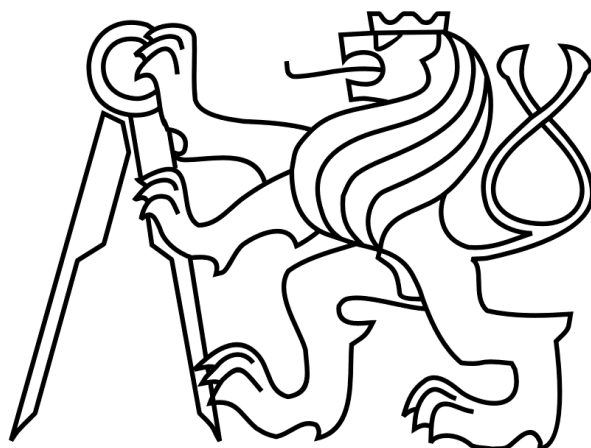


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2017

Veronika Kovandová



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Kovandová	Jméno: Veronika	Osobní číslo: 412678
Zadávající katedra: Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor: Management a ekonomika ve stavebnictví		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Obnovitelné zdroje energie z pohledu investičního procesu	
Název bakalářské práce anglicky: Renewable energy sources in the investment process	
Pokyny pro vypracování: Obnovitelné zdroje Investiční akce Rozhodovací proces Legislativa Životní cyklus	
Seznam doporučené literatury: ŠÍPAL, Jaroslav. Obnovitelné zdroje energie: způsoby získávání elektrické a tepelné energie z obnovitelných zdrojů. Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně v Ústí nad Labem, Fakulta životního prostředí, 2014. ISBN 978-80-7414-742-5 SRDEČNÝ, Karel. Obnovitelné zdroje energie. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2009. ISBN 978-80-7212-544-9 ŠULC, Jaroslav. Obnovitelné zdroje energie. Liberec: Technická univerzita v Liberci, Fakulta strojní, KEZ, 2015. ISBN 978-80-7494-235-8	
Jméno vedoucího bakalářské práce: Doc. Ing. Dana Měšťanová, CSc.	
Datum zadání bakalářské práce: 22.2.2017	Termín odevzdání bakalářské práce: 28.5.2017 <small>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</small>
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutně uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

27.2.2017 Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)
------------------------------------	---------------------

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

„Obnovitelné zdroje z pohledu investičního procesu“

BACHELOR THESIS

„Renewable energy sources in the investment process“

Abstrakt

Hlavním tématem této bakalářské práce je vytvoření komplexního přehledu zdrojů elektrické energie v České republice. Teoretická část je zaměřena na popis jednotlivých zdrojů energie a větší část je věnována podrobnému rozboru obnovitelných zdrojů jako alternativ při výrobě elektrické energie. V této práci jsou přiblíženy dostupné technologie a platná legislativa pro Českou republiku, která je podřízena legislativě Evropské unie. Vybudování zdrojů energie souvisí s předinvestiční, investiční a provozní fází jejich přípravy, neboť každý ze zdrojů je realizován s nezbytně souvisejícími stavebními pracemi.

Klíčová slova:

Zdroje energie, předinvestiční příprava, investiční příprava, stavební práce, obnovitelné zdroje, životní cyklus, alternativní zdroje energie, fotovoltaická elektrárna, podpora obnovitelných zdrojů energie

Abstract

The main theme of this bachelor's thesis is to create the complex summary of resources of electric energy in the Czech republic. The aim of the theoretical part is to provide detailed description of renewable resources as alternative means of electricity production. The available technologies and valid legislative falling under the EU legislative are introduced in this thesis. The production of energy resources is related to pre-investing, investing and operational phase of their preparation because each of the resources is implemented with closely related construction work.

Key words:

Energy resources, pre-investment preparation, investment preparation, construction work, renewable resources, life cycle, alternative energy resources, photovoltaic power plant, support of renewable energy resources

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucí mé bakalářské práce doc. Ing. Daně Měšťanové, CSc. za odbornou pomoc a cenné rady spojené s tvorbou práce.

1 Obsah

2	Úvod.....	1
3	Teoretická část.....	3
3.1	Vymezení hlavních pojmů	3
3.2	Neobnovitelné zdroje.....	2
3.2.1	Uhlí	2
3.2.2	Ropa	3
3.2.3	Jaderná paliva.....	3
3.3	Obnovitelné zdroje energie.....	4
3.3.1	Větrná energetika	4
3.3.2	Solární energetika	9
3.3.3	Biomasa	12
3.3.4	Geotermální energie.....	13
3.3.5	Vodní energie.....	14
3.4	Legislativa	18
3.4.1	Kjótský protokol.....	18
3.4.2	Energetický zákon 458/2000 Sb.....	19
3.4.3	Státní energetická koncepce	19
3.4.4	Struktura ceny elektřiny.....	21
4	Podpora obnovitelných zdrojů v České republice	23
4.1	Operační program Životní prostředí 2014-2020.....	23
4.2	Operační program Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost 2014-2020	25
4.3	Nová zelená úsporám	26
5	Cíl a metodika	27
6	Praktická část – porovnání nákladů na pořízení fotovoltaické elektrárny	28
6.1	Koncept fotovoltaické elektrárny pro rodinný dům	28
6.1.1	Popis řešeného objektu.....	28
7	Ekonomické zhodnocení návrhu.....	29
7.1	Jednorázové a stálé náklady	29

7.2	Predikce výše vyrobené energie.....	31
7.3	Realizovaná fotovoltaická elektrárna	32
7.3.1	Vstupní náklady.....	33
7.3.2	Roční příjmy	34
7.4	Realizace elektrárny v nynějších podmínkách	36
8	Závěr.....	37
9	Seznam obrázků a tabulek	39
10	Seznam nejčastěji používaných zkratk.....	40
11	Bibliografie.....	41

2 Úvod

Elektrická energie je součástí každodenního života a tak její spotřeba každoročně stoupá ve všech jejích uživatelských formách. Získává se přeměnou jiného druhu energie a v mnoha případech prochází několikasupňovou přeměnou, jako je tomu například u tepelných spalovacích elektráren, kde měníme chemickou energii paliva přes energii tepelnou na energii mechanickou, ze které jako výsledný produkt generátory vyrábějí energii elektrickou.

Základem pro výrobu elektrické energie jsou přírodní zdroje, jako je uhlí, ropa, zemní plyn nebo uran. Tato paliva však negativně působí na ovzduší a způsobují klimatické změny v podnebí. Alternativní řešení výroby energie a zároveň úsporu vlastních peněžních prostředků lze tedy nalézt v obnovitelných zdrojích energie, kterých je v současných podmínkách na zemi dostatek a představují tak velký potenciál.

Na druhu zdroje energie a na místě jejího vzniku závisí cena vyrobené elektrické energie. Již zmíněné obnovitelné zdroje energie představují v současné době nákladnou záležitost pro výrobu elektrické energie. Česká republika ve spolupráci s Evropskou unií se však snaží o redukci emisí skleníkových plynů a s tím spojené posílení využívání obnovitelných zdrojů energií prostřednictvím dotací.

Tato bakalářská práce je zaměřena zejména na analýzu jednotlivých druhů obnovitelných zdrojů energií a možnosti čerpání dotací v České republice. Obnovitelné zdroje jsou vnímány jako šetrné k životnímu prostředí, ale doprovází je kritika náročnosti výroby energie. Ta souvisí zejména s vysokou pořizovací cenou energetických zařízení vzhledem k malému množství následně vyrobené energie. Současné ceny technologií nám tedy nedovolují spoléhat se pouze na ně. Vybudování zdrojů energie souvisí s předinvestiční, investiční a provozní fází jejich přípravy, neboť každý ze zdrojů je realizován spolu s nezbytně souvisejícími stavebními pracemi. Tento pohled je v bakalářské práci zaměřen na komparaci podílu stavebních prací, jakožto zakázek pro realizaci stavebnictví jako odvětví, ve vztahu k jednotlivým zdrojům získávání energie.

Teoretická část práce je zaměřena na analýzu jak obnovitelných, tak neobnovitelných zdrojů. Dále se práce věnuje analýze současných možností čerpání dotací na podporu OZE v České republice.

Praktická část je zaměřena na malou fotovoltaickou elektrárnu realizovanou v roce 2009 na střeše rodinného domu v Českých Budějovicích. Je zpracována její finanční návratnost a případný náhled do problematiky tzv. solárního boomu, který nastal s prudkým nárůstem

instalovaného výkonu mezi lety 2009-2010, jehož důsledky se budou do retailových cen spotřebitelů elektřiny promítat až do roku 2030.

Práce nemá za cíl rozhodovat o vhodnosti či nevhodnosti, o výhodách či nevýhodách jednotlivých zdrojů energií, ale o přínosu ve formě zakázek pro stavebnictví.

Vždyť větrná elektrárna se musí v zemi zakotvit, jedná se tedy o stavební práce. Po skončení životnosti se musí základy odstranit. Pro hnědouhelné elektrárny se musí postavit haly, administrativní objekty aj. Čili toto vše souvisí se stavebnictvím a při poklesu zakázek obecně – jsou tyto energetické stavby jedním segmentem zakázek.

3 Teoretická část

3.1 Vymezení hlavních pojmů

Energie – jednotkou energie je joule (J). Energie je fyzikální veličina vyjadřující schopnost tělesa konat práci (působit silou po dráze). (1)

Energie dělíme na:

- mechanickou energii
- kinetickou energii
- potenciální energii
- elektrickou energii
- magnetickou energii
- energii vln
- energii záření
- vnitřní energii (tepelnou, jadernou, chemickou)
- sluneční energii
- vodní energii
- větrnou energii
- geotermální energii
- energii mořských vln
- parní energii
- svalovou energii
- světelnou energii

Energetické zdroje, které jsou využívány na naší planetě, můžeme rozdělit na primární a sekundární.

Mezi primární zdroje energie patří přírodní zdroje, člověkem nijak transformované. Můžeme je dále rozdělit na neobnovitelné a obnovitelné. (1)

Neobnovitelné zdroje:

- Fosilní paliva – uhlí, ropa, zemní plyn
- Jaderná paliva

Obnovitelné zdroje:

- Vodní energie
- Větrná energie
- Sluneční energie – tepelná, fotovoltaická
- Biomasa
- Geotermální energie

Sekundární zdroje energie jsou zdroje vzniklé lidskou činností:

- Komunální odpad – energetické spalování odpadů
- Vyjeté oleje – převážně pro vytápění
- Skládkové plyny – vznikají na skládkách komunálního odpadu, při neodplynování můžou vznikat výbušné směsi, lze je použít k přímé výrobě elektřiny
- Odpadní teplo – jinak zmařené teplo lze využít k energetickým úsporám nebo jej lze využít pro přímou výrobu elektřiny (2)

3.2 Neobnovitelné zdroje

„Neobnovitelné přírodní zdroje spotřebováváním zanikají.“ (3)

Jako neobnovitelný zdroj energie je považován takový zdroj, jehož vyčerpání se očekává v časovém horizontu maximálně stovek let, přitom jeho případné obnovení by trvalo mnohonásobně déle. (3)

3.2.1 Uhlí

Nejvíce rozšířeným zdrojem energie jsou dnes fosilní paliva, mezi která patří jak černé uhlí, které je kvalitněji prouhelněné, tak i hnědé uhlí, které díky vyššímu obsahu vody a síry má přibližně poloviční výhřevnost. Uhlí se vytvářelo v bažinných ekosystémech jezerních pánví a říčních delt z těl pravěkých rostlin, které se po klesnutí pod hladinu bažiny nemohly rozkládat běžnými biologickými procesy.

Dřevo ⇒ rašelina ⇒ lignit (nejmladší hnědé uhlí) ⇒ hnědé uhlí ⇒ přechodné typy ⇒ černé uhlí ⇒ antracit ⇒ grafit (tuha) (4)

Na vznik uhelné sloje o síle jednoho metru bylo třeba asi třicetimetřové vrstvy rašeliny a uhlí je tím kvalitnější, čím déle tento proces probíhal. Nejdokonalejším a konečným produktem zuhelnňování je tedy grafit, který obsahuje téměř 100 % uhlíku. (5)

Hnědé uhlí se vytvářelo podstatně kratší dobu a v menší hloubce než uhlí černé. Těží se povrchově, což má za následek rozsáhlou devastaci krajiny.

Odhaduje se, že světové zásoby uhlí by měly stačit přibližně na dalších 600 let. Nicméně největším problémem při spalování uhlí je uvolňování velkého množství škodlivých látek do ovzduší. Uhelná elektrárna s výkonem 1000 MW vypustí do ovzduší 200 tisíc tun oxidu

siřičitého, 30 tisíc tun oxidu dusíku, 16 tisíc tun popílku a desítky tun těžkých toxických a částečně i radioaktivních látek.

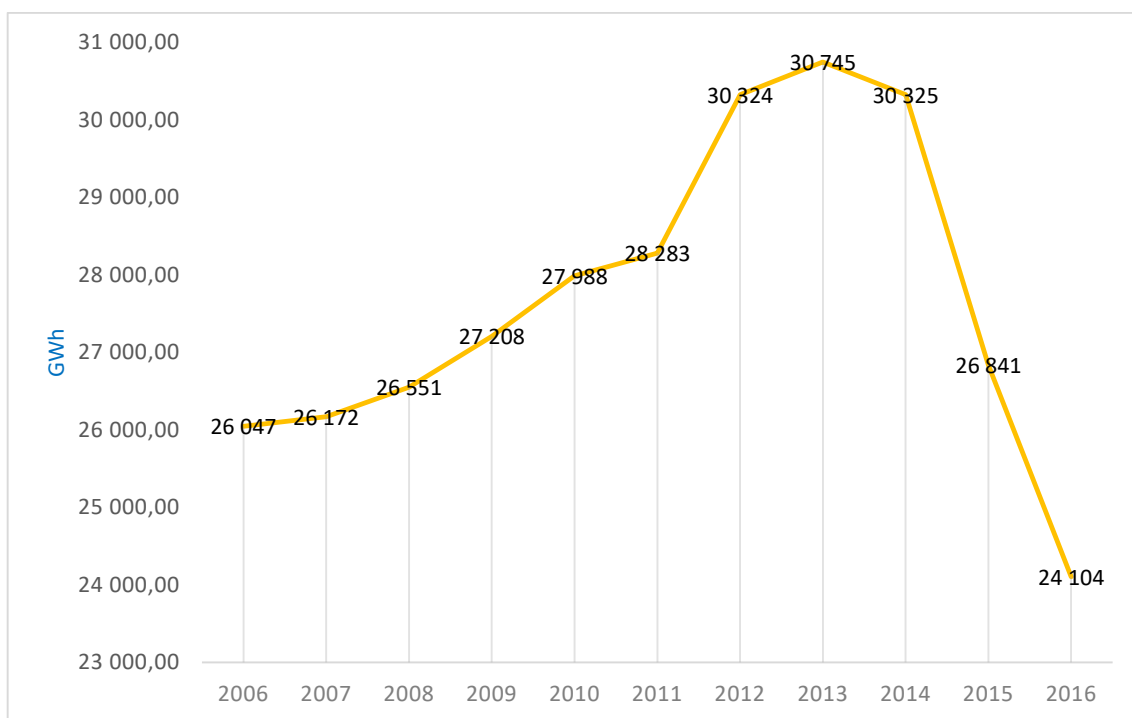
Podíl uhlí na světové energetice je dnes přibližně 25%.

3.2.2 Ropa

Ropa je jedním z nejdůležitějších paliv současnosti. Její využití je převážně v oblasti chemického průmyslu, energetice a v neposlední řadě slouží jako pohonná hmota (benzin, nafta). Těžba ropy se odhaduje na 3,5 miliardy tun ročně a ve světové energetice tvoří přibližně 30% produkce. Ropa je směs přírodních látek, která vznikala fyzikálně chemickými procesy během několik milionů let a její vznik obvykle doprovází i vznik zemního plynu, jehož tlaku se využívá při primární těžbě ropy. Při tomto způsobu těžby ropa samovolně vyvěrá na povrch a je jím získáváno kolem 20% ropy obsažené v nalezišti. Po postupném poklesu tlaku nastupuje sekundární metoda, při které se pomocí pump ropa čerpá na povrch. Když už není účinná ani sekundární metoda, nastupují metody terciární, při kterých se většinou injektáží horké vodní páry snižuje viskozita zbývající ropy nebo se ropa rozehřívá zapálením části ropného ložiska. (1) (6)

3.2.3 Jaderná paliva

Energie jaderných paliv vzniká štěpením nebo fúzí. V současné době se využívá pouze štěpení uranu. V budoucnu se počítá s thoriem, které se v zemské kůře vyskytuje ve větším množství. Konkrétní typ jaderného paliva se však odvíjí od konstrukčního řešení daného reaktoru. Vyhořelé palivo, ve kterém se rozpadla většina uranu 235, se skladuje v meziskladech. Kvůli vysoké ceně za recyklaci se používá převážně palivo nové a s tím souvisí největší problém jaderné energetiky, čímž je právě skladování tohoto paliva. Jeden reaktor s výkonem 1000 MW produkuje ročně kolem 30-40 tun vyhořelého paliva. Díky vysoké hustotě to představuje objem jen asi 1,5 m³, ale jelikož je vyhořelé palivo stále radioaktivní, musí být skladováno ve speciálních podmínkách. (1) (7)



Obrázek 1 Graf brutto výroby el. energie v ČR - jaderné elektrárny

Zdroj: www.eru.cz (8)

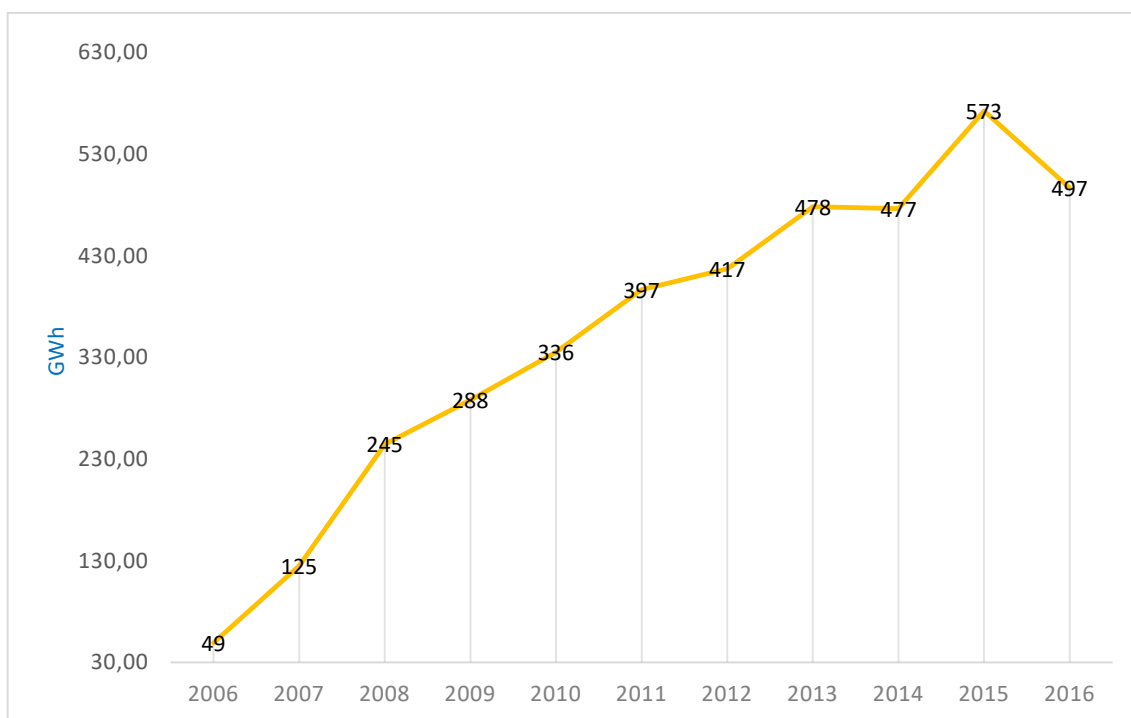
3.3 Obnovitelné zdroje energie

„Obnovitelné přírodní zdroje mají schopnost se při postupném spotřebovávání částečně nebo úplně obnovovat, a to samy nebo za přispění člověka.“ (3)

Jako obnovitelné zdroje chápeme „nefosilní přírodní zdroje energie, jimiž jsou energie větru, energie slunečního záření, geotermální energie, energie vody, energie půdy, energie vzduchu, energie biomasy, energie skládkového plynu, energie kalového plynu z čistíren odpadních vod a energie bioplynu.“ (9)

3.3.1 Větrná energetika

Větrnou energii člověk využívá již po několik století. Nejstarší dochované zmínky o větrném motoru jsou datované do 3. století před Kristem a nacházely se v Egyptě. Na evropském kontinentu docházelo k největšímu rozvoji ve 14. století v Holandsku, které je s větrnou energií spojováno dodnes. K první realizaci přeměny větrné energie na energii elektrickou došlo na počátku 19. století. (1)



Obrázek 2 Graf brutto výroby el. Energie v ČR – větrné elektrárny

Zdroj: www.eru.cz (8)

Vznik a rychlost větru

Vítr vnímáme jako pohyb vzduchu, který je charakterizován rychlostí a směrem. Pohyb vzduchu je způsoben rozdílem v tlaku na dvou místech. Vzduch se tedy pohybuje z místa vyššího tlaku k místu s nižším tlakem. Směr větru je ovlivňován otáčením Země a dále různými překážkami jako jsou kopce, horské masivy, lesy apod. Díky otáčení Země se směr větru odklání na severní polokouli napravo a na jižní polokouli nalevo. Výsledkem tedy je, že vítr fouká přibližně podle izobar, což jsou čáry na mapě spojující místa se stejným tlakem vzduchu. Mohou být i uzavřené – cyklóny a anticyklóny. (10)

Princip činnosti a výběr vhodného místa pro stavbu větrné turbíny

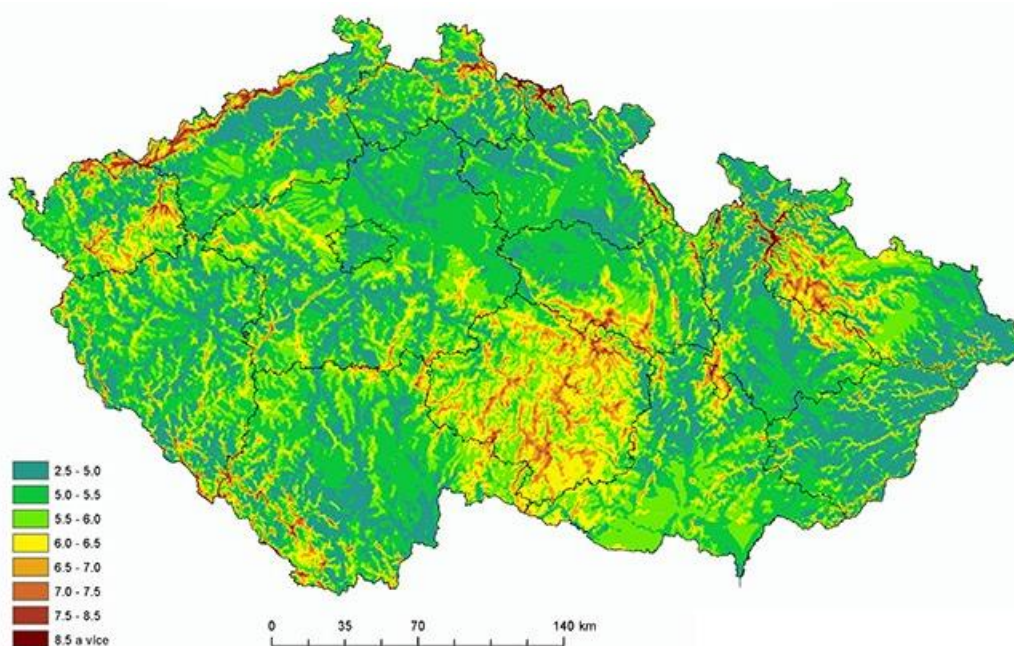
Principem větrné turbíny je převod síly proudícího vzduchu působícího na listy rotoru na rotační mechanickou energii, která je prostřednictvím generátoru převedena na energii elektrickou. Listy rotoru jsou speciálně tvarované a pracují na principu buď odporové, nebo vztahové síly. (11)

V zemích střední Evropy se větrné elektrárny užívají v menším rozsahu z důvodu nepříliš příznivých podmínek. Nejpriznivější podmínky bývají na pobřeží nebo ve vyšších nadmořských

výškách, kde je ale třeba brát ohled na námrazu, která svou tíhou může narušovat vyváženost rotoru a při pádu z něj může ohrožovat okolí. Mezi další omezení patří hluchost turbíny, která je problémem v obydlených oblastech, případný zásah blesku nebo náročný přenos elektřiny do obydlených oblastí. S vhodným umístěním do lokality souvisí například vizuální znečištění nebo infrastruktura dané oblasti. (12)

Ve vybrané lokalitě o umístění rozhoduje především dostatečná rychlost větru, která by se měla pohybovat nad $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Maximálního výkonu turbína dosahuje při $15 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a při rychlostech překračující povolenou hranici (cca $25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$) se z bezpečnostních důvodů turbína zabrzdí a lopatky se stočí tak, aby kladly co nejmenší odpor. (12)

Na obrázku 3 je zobrazena větrná mapa České republiky. Je z ní patrné, že lokalit vhodných k výstavbě větrných elektráren, je na našem území omezené množství.



Obrázek 3 Větrná mapa průměrných rychlostí větru v m/s ve výšce 100 m

Zdroj: www.csve.cz (13)

Výhody větrných elektráren

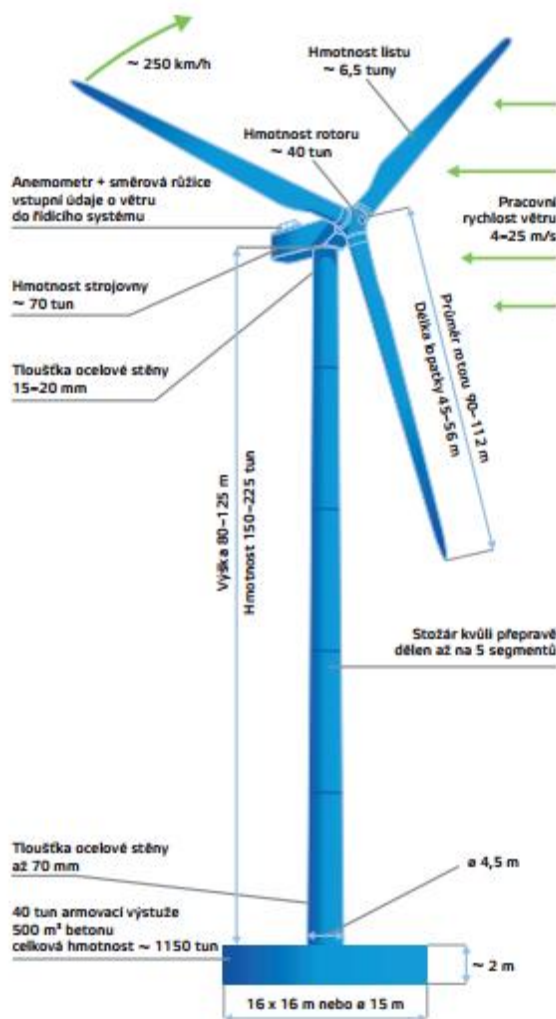
- Nulové emise
- Relativně velký výkon na rozměry

Nevýhody větrných elektráren

- Použití jen na místech s optimálními větrnými podmínkami
- Vysoké investiční náklady
- Nestabilní zdroj

Likvidace dosloužilých větrných elektráren

Otázka, co se s větrnou elektrárnou stane po uplynutí její životnosti, resp. platnosti jejího stavebního povolení, je velmi frekventovaná a doprovází schvalovací procesy většiny projektů. Největší obavy jsou z nefunkčních rezivějících konstrukcí zanechaných v krajině svému osudu. Není se čemu divit, protože například elektrárna VESTAS V90 s výkonem 2MW, kterých je v České republice 25, má betonový základ s 500 m³ betonu a i s armovací výztuží celková hmotnost betonového základu dosahuje hmotnosti 1144 tun. Z tohoto důvodu jsou na stavebníky vytvářeny čím dál větší tlaky na založení fondu nebo vytvoření finančního depozitu ke krytí budoucích nákladů na likvidaci větrné elektrárny. (14)



Obrázek 4 Popis větrné elektrárny

Zdroj: www.csve.cz (15)

U dočasných staveb, což je většina projektů elektráren povolených po roce 2000, je doba technické životnosti 20-25 let. Pokud po uplynutí této lhůty nedojde k prodloužení povolení nebo se VtE do této doby stane nefunkční, je nutné stavbu odstranit a dotyčné pozemky uvést do původního stavu. Zákon tuto povinnost ukládá majiteli objektu. (14)

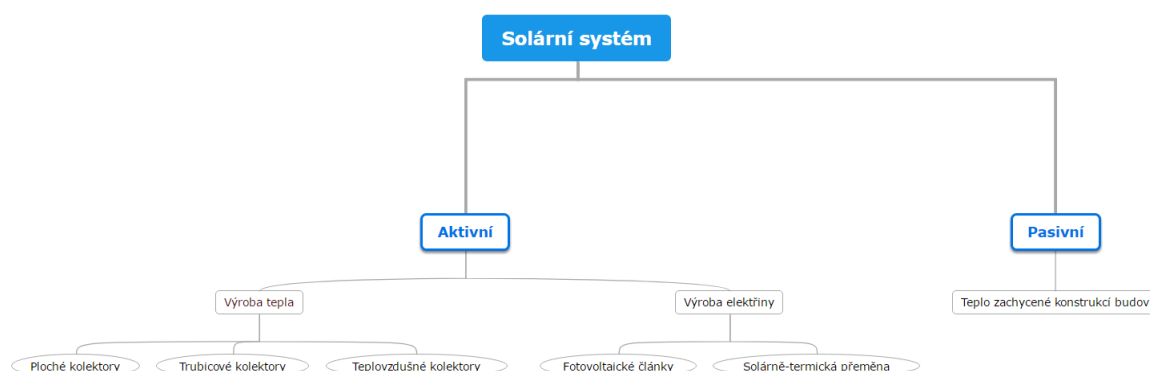
Náklady na likvidaci se samozřejmě odvíjí od velikosti a typu VtE, ale také od způsobu demontáže nebo míry recyklace. Záleží také na tom, zda je základ demontován pouze do „racionální hloubky“, tj. např. 1 m pod úroveň terénu. To se ovšem odvíjí od dalšího využití daného pozemku. (16)

V EU je návrh způsobu likvidace dosloužilých VtE pro výrobce povinným dokumentem.

3.3.2 Solární energetika

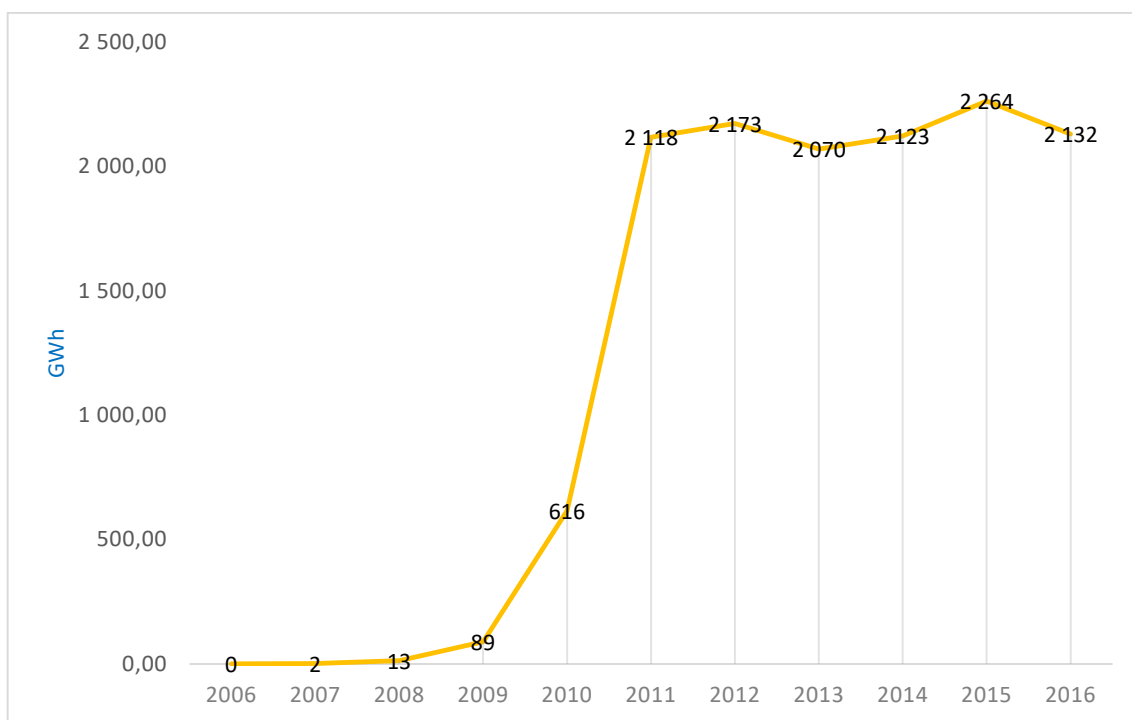
Využití slunečního záření na výrobu elektrické energie lze považovat za nejšetrnější k životnímu prostředí. Slunce představuje energetický zdroj, který poskytuje záření v rozsahu spektra všech vlnových délek. Nejčtenější je však světelné a infračervené záření o vlnové délce $0,2\ \mu\text{m}$ - $3\ \mu\text{m}$. Sluneční výkon mnohonásobně převyšuje teoretickou spotřebu energie lidstva. V dnešní době lze však využít pouze malou část Sluncem produkované energie. Z celkového záření dopadajícího na Zem, což je přibližně 180 tisíc terrawattů se asi 25% odráží zpět do kosmického prostoru, téměř 20% zůstane pohlceno v atmosféře a necelých 50% se na povrchu Země přemění na teplo. Množství energie, které lze v dnešní době získat z jednoho metru aktivní plochy za rok, je 110kWh. Z celkové produkce elektrické energie na světě se fotovoltaická energie podílí pouze přibližně 0,01%. Je to dáno i tím, že ve srovnání s ostatními zdroji je tento způsob výroby energie stále příliš drahý. I přesto ale mají tyto technologie velký růstový potenciál a vyspělé státy s ním do budoucna počítají. (1) (17)

Sluneční energii lze využít pomocí aktivních nebo pasivních solárních systémů na výrobu tepelné elektrické energie.



Obrázek 5 Rozdělení solárních systémů dle způsobu využití sluneční energie

Zdroj: Obnovitelné zdroje elektrické energie (1)



Obrázek 6 Graf brutto výroby el. energie v ČR - fotovoltaické elektrárny

Zdroj: www.eru.cz (8)

Princip fungování slunečních elektráren

Přímá metoda spočívá ve fotovoltaickém jevu, při kterém se působením světla na látku uvolňují elektrony. Nepřímou metodou se získává teplo. (1)

K přímé výrobě elektřiny slouží fotovoltaické články. K jejich výrobě se užívají polovodičové materiály, které jsou buď typu N (negativní nosiče náboje), nebo typu P (pozitivní nosiče náboje). Díky fyzikálním vlastnostem obou polovodičů vzniká na jejich rozhraní tzv. P-N přechod, kde samovolně dochází k rozdílu potenciálů. Po dopadu světla do oblasti přechodu dochází k uvolnění elektronu, který excituje do vyššího vodivostního pásu a tím po sobě zanechává „díru“, která se chová jako kladný náboj. Oba náboje se od sebe oddělí v důsledku difuzního rozdílu potenciálů – elektron se přitahován do oblasti typu N a „díra“ opačným směrem. Při intenzivním slunečním záření těchto nábojů vzniká mnoho a vznikem napětí při uzavřeném obvodu protéká proud. (1) (18)

Jeden m² těchto slunečních článků může v letních měsících při intenzivním slunečním svitu vyprodukovat až 150 W stejnosměrného proudu. Pro dosažení potřebného napětí (na jednom článku 0,5 V) se sluneční články zapojují sériově, většího proudu naopak dosáhneme paralelním zapojením. Rozměry jednoho článku jsou přibližně 10 x 10 cm a spojují se do panelů o výkonech 10 – 300 W. (18)

„Plocha kolektorů, která by byla potřeba pro výrobu 12 milionů MWh elektřiny (Temelín), je 12 400 ha.“ (19)

Nepřímé metody se využívá v termálních (koncentračních) elektrárnách, které jsou schopné pomocí slunečních kolektorů absorbovat sluneční energii z velkých ploch a soustředěním do co nejmenší plochy absorberu ji využít k ohřevu teplonosného média. Tento typ není příliš rozšířený a je vhodný hlavně k ohřevu vody nebo vytápění. (1)

Výhody solární energie

- Slunce – nevyčerpatelný zdroj energie
- Nenáročná obsluha - možnost využití v domácnostech

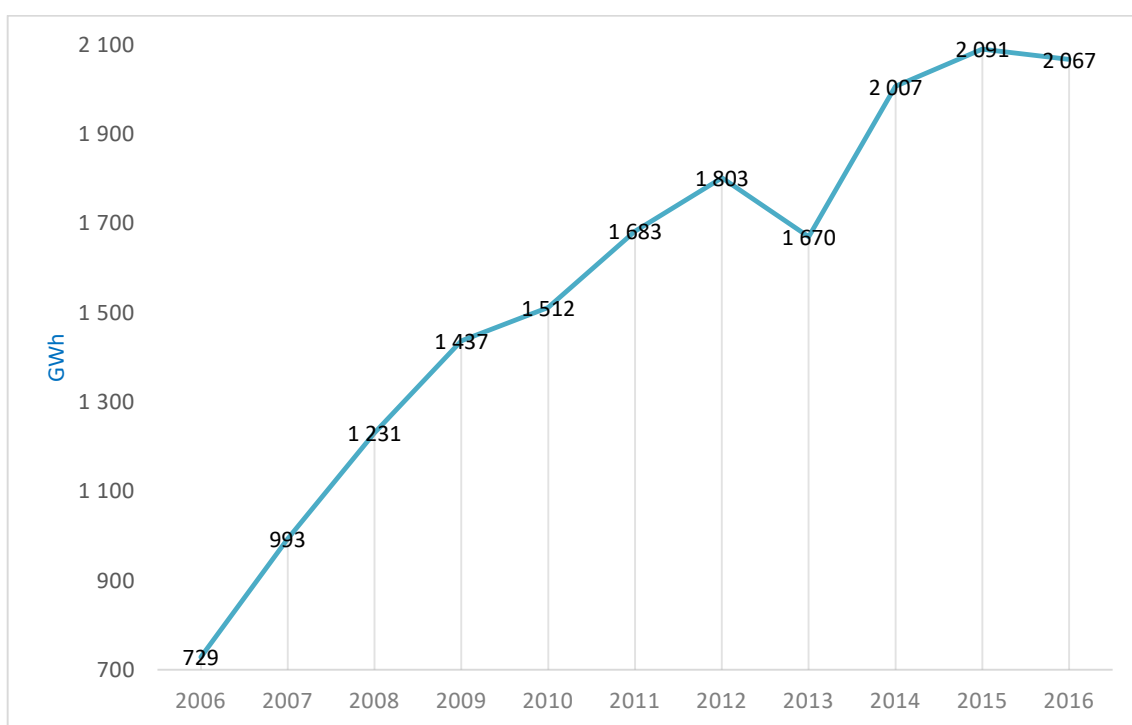
Nevýhody solární energie

- Vysoké počáteční investice
- Kolísání slunečního záření v průběhu roku – nutný doplňkový zdroj

Stavební práce v případě získávání energie z tohoto zdroje jsou poměrně malého rozsahu a jako potenciální stavební zakázky pro stavebnictví nehrají velký význam.

3.3.3 Biomasa

Pojmem biomasa je obecně nazývána veškerá organická hmota, která se účastní koloběhu živin v biosféře. Je to materiál biologického původu, nefosilního charakteru, který většinou pochází z chovu živočichů, pěstování rostlin, produkce organického původu nebo se jedná o organické odpadky. Kvalitu biomasy ovlivňuje řada faktorů, jedním z hlavních je vlhkost, která má přímý vliv na výhřevnost. Před spalováním je nutné biomasu vysušit a snížit její vlhkost pod 30%, protože biomasa s vyšším obsahem vody má velké výparné teplo. Pro účely lisování briket nebo pelet je nutné surovinu vysušit pod 20% vlhkosti. (1) (20)



Obrázek 7 Graf brutto výroby el. energie v ČR – biomasa

Zdroj: www.eru.cz (8)

Možnost produkce biomasy v lokálních podmínkách snižuje energetickou závislost na zdrojích z dovozu. Dobrým příkladem je středočeská vesnice Kněžice, která má 410 stálých obyvatel. V obci je pouze dešťová kanalizace, splašková kanalizace v obci není a všechny domy mají žumpy a septiky. Rovněž zde není zaveden zemní plyn a velká část objektů byla vytápěna pouze uhlím nebo dřívím. Obci se z vlastního rozhodnutí po několikaleté přípravě a po získání dotace z evropských fondů podařilo v roce 2006 realizovat projekt s názvem Kněžice – energeticky soběstačná obec (zkráceně ESO Kněžice), který se skládá z bioplynové stanice s kombinovanou výrobou elektřiny a tepla, z kotelny na biomasu a z teplovodního rozvodu. Jádrem projektu je bioplynová stanice, která přeměňuje velkou část odpadních surovin vzniklých v obci na bioplyn. Spolu s přímým spalováním fytomasy tak utváří uzavřený energetický okruh, jehož výstupem je elektřina jako zpeněžované zboží pro veřejnost a teplo

pro spotřebu místních obyvatel. Bioplynová stanice zpracovává nejen posečenou travu, spadané listí a odpady z domácností, ale nahrazuje také čistírnu odpadních vod a v obci chybějící kanalizaci. Energeticky vyčerpaný zbytek z výroby bioplynu a popel z kotelny se využívá jako hnojivo na místních polích. Realizace tohoto projektu rovněž výrazně snížila produkci CO₂ v obci způsobenou domácími kotli. (21)

Výhody biomasy

- Využití odpadu
- Možnost využití v domácnostech

Nevýhody biomasy

- Nutnost skladovacích prostor
- Nižší výhřevnost

Stavební práce v případě areálu pro zpracování biomasy a získávání energie z tohoto zdroje jsou v podobě výstavby haly, výstavby skladovacích zpevněných ploch, příjezdové komunikace aj. Také se ale nejedná o velké finanční objemy stavebních zakázek.

3.3.4 Geotermální energie

Geotermální energie je projevem tepelné energie zemského jádra. Tepelná energie Země stoupá s rostoucí vzdáleností od povrchu, ale její projevy jsou patrné i na povrchu v podobě erupcí sopek, horkých pramenů či parních výronů. Její potenciál se využívá ve formě tepelné energie nebo pro výrobu elektrické energie v geotermálních elektrárnách, které fungují na principu dvou tepelných výměníků. Jeden z nich se nachází v hloubce cca 3 – 5 km pod zemí, kde se voda vháněná do vrtu přirozeně ohřívá a následně je čerpána na povrch, kde je její energie využita k pohonu turbíny. Ochlazená voda se opět vhání do podzemí a jde tedy o uzavřený bezodpadový cyklus. (1) (22)

V rámci Evropy je nejvhodnější zemí pro využití této energie Island. V České republice nebylo nalezeno místo, kde by bylo naleziště horké vody vhodné pro výrobu elektrické energie. Horké prameny vyvěrající v lázeňských městech se pro tyto komerční účely využít nedají. Přestože na několika místech byly provedeny zkušební vrty, k výstavbě žádné geotermální elektrárny u nás zatím nedošlo z důvodu nedostatečné výnosnosti projektů. (23)

Výhody geotermální energie

- Nezávislost na počasí
- Šetrnost k životnímu prostředí

Nevýhody geotermální energie

- Vysoká počáteční investice
- Dostupnost pouze v určitých zeměpisných oblastech

Poloha naší republiky eliminuje tento zdroj energie jako možný zdroj stavebních zakázek.

3.3.5 Vodní energie

Význam vodních elektráren v podmínkách ČR spočívá ve specifických vlastnostech jejich provozu. Vodní elektrárny dokáží velmi pohotově reagovat na okamžitou potřebu elektrické energie a během velmi krátké doby jsou schopné najet na plný výkon. Z toho důvodu má vodní energetika poměrně značný stabilizující význam jak z technického, tak ekonomického hlediska. (1)

Rozdělení vodních elektráren dle využívaného spádu

- Nízkotlaké – spád do 20 m
- Středotlaké – spád od 20 do 100 m
- Vysokotlaké – spád nad 100 m

Rozdělení vodních elektráren dle využití vodního toku

- **Průtočné** – využívají přirozený průtok řeky, který nelze nijak redukovat. Při překročení průtoku, na který byla elektrárna dimenzována, dochází k odklonění přebytečného množství vody. Pro svou nehospodárnost jsou tyto elektrárny využívány k pokrytí základního zatížení.
- **Akumulační** – jsou součástí vodních děl. Bývají umístěny ihned pod přehradou a využívají řízeného odběru vody z akumulační nádrže podle potřeb elektrizační soustavy. Pokrývají pološpičkové či špičkové zatížení. Mimo akumulace elektrické energie stabilizují vodní toky a v mnoha případech jsou zdrojem pitné vody pro vodárny.
- **Přečerpávací** - slouží jako akumulátor elektrické energie z jiných zdrojů a pokrývají špičkové zatížení. Využívají dvou různě výškově umístěných vodních nádrží a

akumulují energii v podobě potenciální energie vody. Při potřebě energie voda proudí skrz turbínu a generátor dodává energii do elektrizační soustavy.

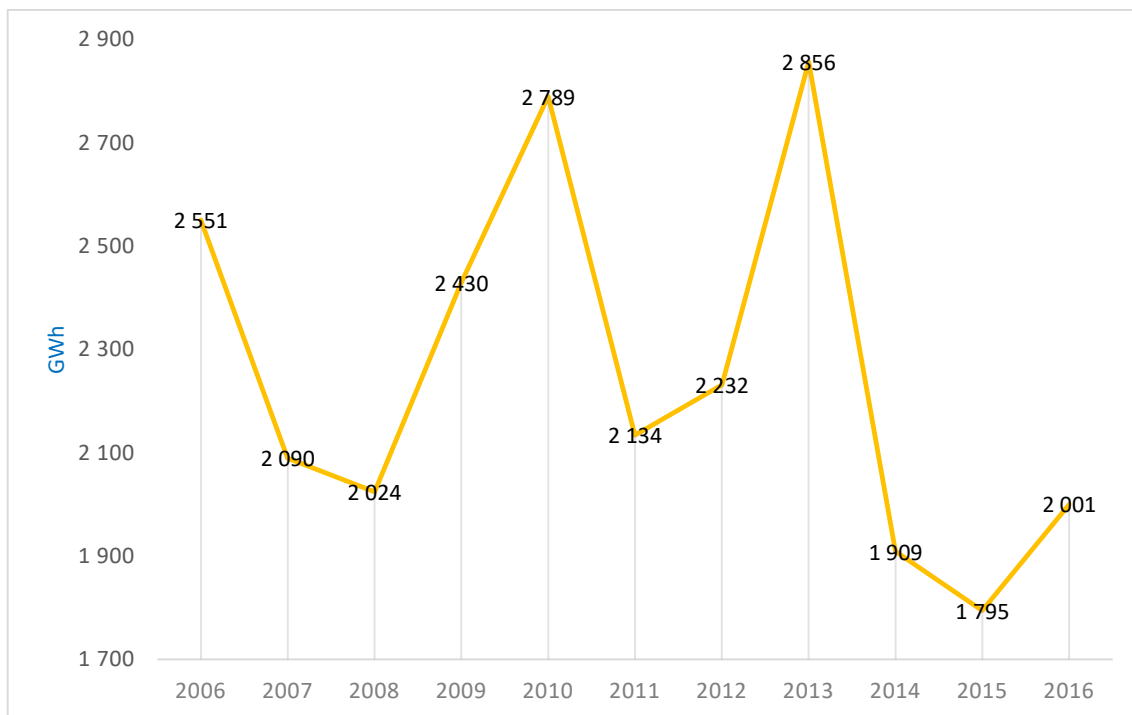
- **Slapové** (přílivové) – využívají energii přílivu a odlivu. Jsou považovány za velmi spolehlivé z důvodu jejich předvídatelnosti. Vyskytují se pravidelně a nejsou závislé na ročním období nebo počasí. Na výšku přílivu a odlivu a tedy i energetický potenciál lokality má zásadní vliv tvar pobřeží. Největší rozdíl hladin je u Nového Skotska v USA, kde dosahuje 20 m. Tyto elektrárny nejsou v dnešní době využívány ve větším měřítku z důvodu technologické náročnosti. Navíc doba přílivu a odlivu se často nekryje s dobou, kdy je elektrická energie potřeba. (24)

Česká republika neposkytuje pro budování vodních elektráren ideální podmínky. Je to dáno tím, že vodní toky na území ČR nemají dostatečný spád a ani patřičné množství vody. K 30. 3. 2016 bylo v ČR v provozu 9 velkých vodních elektráren s celkovým instalovaným výkonem 753 MW a 1614 malých vodních elektráren s celkovým instalovaným výkonem 348 MW.

Elektrárna	Typ	Inst. výkon (MW)	Spuštění	Řeka	Kraj	Provozovatel
Dlouhé Stráně	Přečerpávací	650	1996	Divoká Desná	Olomoucký	ČEZ
Dalešice	Přečerpávací	480	1978	Jihlava	Vysočina	ČEZ
Orlík	Akumulační	364	1961-1962	Vltava	Středočeský	ČEZ
Slapy	Akumulační	144	1954-1955	Vltava	Středočeský	ČEZ
Lipno I	Akumulační	120	1959	Vltava	Jihočeský	ČEZ
Štěchovice II	Přečerpávací	45	1947	Vltava	Středočeský	ČEZ
Kamýk	Akumulační	40	1961	Vltava	Středočeský	ČEZ
Štěchovice I	Akumulační	22,5	1943-1944	Vltava	Středočeský	ČEZ
Střekov	Průtočná	19,5	1936	Labe	Ústecký	ČEZ
Vranov nad Dyjí	Akumulační	18,9	1934	Dyje	Jihomoravský	E.ON
Vrané	Akumulační	13,8	1936	Vltava	Středočeský	ČEZ
Nechranice	Akumulační	10	1968	Ohře	Ústecký	Povodí Ohře

Obrázek 8 Aktuální přehled vodních elektráren ČR

Zdroj: www.csve.cz (24)



Obrázek 9 Graf brutto výroby el. energie v ČR - vodní elektrárny

Zdroj: www.eru.cz (8)

Výhody vodní energie

- Neznečišťuje ovzduší
- Bezodpadovost
- Nezávislost na dovozu surovin

Nevýhody vodní energie

- Vysoká finanční náročnost výstavby
- Výkon se odvíjí od průtoku vody
- Nutnost zatopit velké území

Byť naše stávající vodní elektrárny nejsou z hlediska celkového podílu výroby energie významné, mají mimo tohoto energetického přínosu i efekt např. protipovodňový.

Stavební práce v případě výstavby získávání energie z tohoto zdroje jsou poměrně značné, neboť výstavba vodní přehrady je velkým stavebním dílem a jako stavební zakázka hraje pro stavebnictví velkou úlohu. V současné době je např. diskutovanou stavbou vodní stupeň u Boletic u Děčína, který by byl přínosem pro splavnění řeky Labe na našem území. (25)

Výše uvedený výčet možných zdrojů výroby elektrické energie je informativním podkladem pro stavební firmy, které monitorují případné budoucí zakázky, respektive možnosti svého uplatnění, či uplatnění např. alespoň strojů na zemní práce, mechanizace obecně nebo nákladní automobilové dopravy.

Také investoři volící mezi jednotlivými možnými zdroji berou při rozhodovacím procesu do úvahy i podíl stavebních prací a to jak současný – tj. pro vybudování, tak i budoucí – po skončení životního cyklu zdroje.

3.4 Legislativa

Výroba každé energie ať už sluneční, větrné nebo vodní, má specifické zákony, usnesení vlády nebo ostatní zákonné a podzákoné normy, kterým je povinna se podřizovat. Hlavním zákonem všech obnovitelných zdrojů energie je Zákon č.17/1992 Sb., O životním prostředí.

Po vstupu do Evropské unie je Česká republika nucena dodržovat řadu zákonů a předpisů právě podle legislativy Evropské unie. Po vstupu Lisabonské smlouvy v platnost existuje sdílená pravomoc Unie a členských států. To v praxi znamená, že legislativa přijatá Českou republikou nesmí být v rozporu s komunitárním právem Evropské unie. Jako člen Rady Evropské unie nebo prostřednictvím svých europoslanců má Česká republika šanci ovlivnit konkrétní podobu jednotlivých nařízení a směrnic.

Česká republika využívá především fosilní paliva. Využívání obnovitelných zdrojů energie představuje pouze zlomek objemu celkové spotřeby energetických zdrojů. Při jednáních o vstupu ČR do EU byl odsouhlasen národní indikativní cíl 8 % výroby energie z obnovitelných zdrojů v roce 2010. K 31. 12. 2010 byl tento podíl 8,24%. V roce 2020 se očekává splnění 13% podílu.

3.4.1 Kjótský protokol

Kjótský protokol je mezinárodní smlouva, která rozšiřuje Rámcovou úmluvu z roku 1992 Organizace spojených národů o změně klimatu (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC), která zavazuje smluvní státy ke snížení emisí skleníkových plynů, založené na předpokladu, že globální oteplování existuje a že ho člověk způsobil jím vyprodukovanými emisemi CO₂. Kjótský protokol byl přijat v japonském Kjótu dne 11. prosince 1997 a vstoupil v platnost dne 16. února 2005. V tuto chvíli má protokol celkem 192 smluvních stran. Česká republika protokol podepsala 23. listopadu 1998. Protokol je založen na principu společné, ale diferencované odpovědnosti. Klade za povinnost snižovat stávající emise v rozvinutých zemích na základě toho, že jsou historicky odpovědné za současné stavy emisí skleníkových plynů v atmosféře. Redukce se týkají emisí oxidu uhličitého (CO₂), metanu (CH₄), oxidu dusného (N₂O), hydrogenovaných fluorovodíků (HFC_s), polyfluorovodíku (PFC_s), fluoridu sírového (SF₆) a, fluoridu dusitého (NF₃). Pro možnosti srovnání se obsah skleníkových plynů uvádí v hodnotě CO₂ ekvivalentní (CO₂ ekv). Protokol bere v úvahu i propady emisí způsobené změnami využívání krajiny jako je zalesňování a péče o lesní porosty. (26)

3.4.2 Energetický zákon 458/2000 Sb.

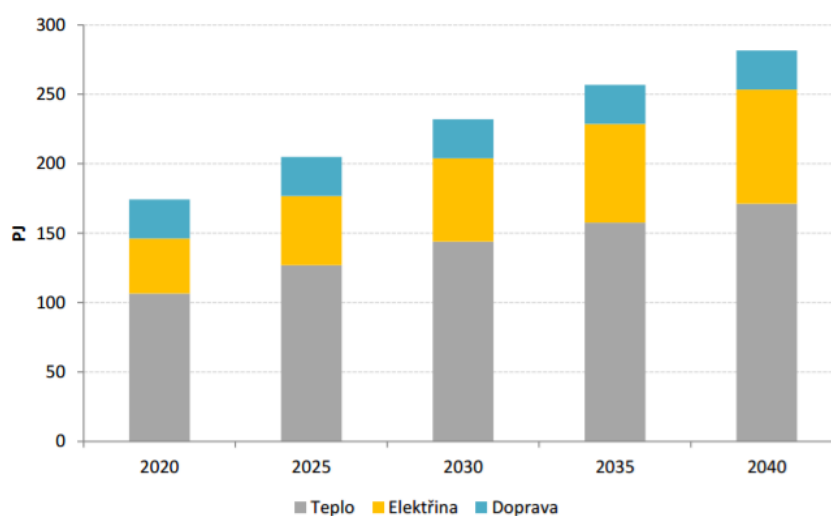
Zákon č. 458/2000 Sb. o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon) je hlavní předpis stanovující podmínky a pravidla podnikání na energetickém trhu České republiky. (27)

„Výstavba výrobní elektřiny o celkovém instalovaném elektrickém výkonu 1 MW a více je možná pouze na základě udělené státní autorizace na výstavbu výrobní elektřiny (dále jen „autorizace“). Za celkový instalovaný elektrický výkon výrobní elektřiny se považuje součet hodnot instalovaných výkonů výrobních jednotek v místě připojení do elektrizační soustavy.“ (27)

O udělení této autorizace rozhoduje ministerstvo na základě písemné žádosti, která musí být v souladu s dalšími požadavky, např. státní energetickou koncepcí, územně plánovací dokumentací, surovinovou politikou státu atd.

3.4.3 Státní energetická koncepce

Aktualizace státní energetické koncepce (dále jen ASEK) schválená dne 18. května 2015 vládou ČR dává strategické zadání pro rozvoj české energetiky na příštích 25 let. Předchozí státní energetická koncepce z roku 2004 již nereflektovala množství událostí, které se v energetickém sektoru i v evropské ekonomice udála. Nová podoba koncepce umožní ČR dostát závazkům při plnění Evropských cílů. ASEK také identifikuje mechanismy zaručující bezpečnost státu v zásobování energiemi a apeluje především na větší diverzifikaci zdrojů v oblasti dodávek tepla a elektřiny.



Obrázek 10 Potenciál konečné spotřeby OZE

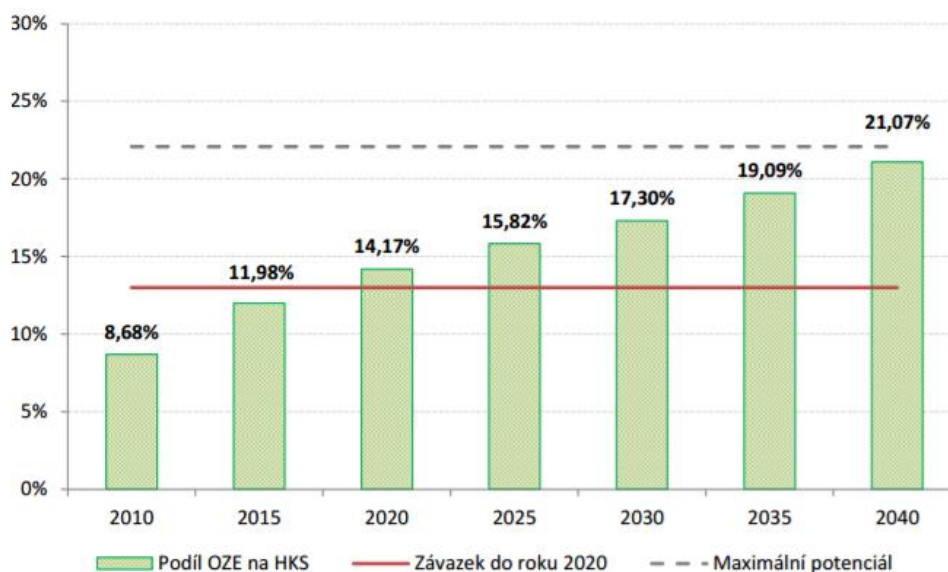
Zdroj: www.mpo.cz (28)

Česká republika má přirozeně omezený potenciál pro rozvoj a využívání obnovitelných zdrojů. Je to dáno jak přírodními podmínkami (klimatickými, geologickými a půdními), tak požadavky ochrany životního prostředí (půdy, vod, flory a fauny).

ASEK definuje mimo jiné následující indikativní ukazatele a cílové hodnoty k roku 2040, které vymezují strategické směřování české energetiky:

- Dosažení poklesu emisí CO₂ do roku 2030 o 40% ve srovnání s rokem 1990
- Podíl roční výroby elektřiny z domácích primárních zdrojů na celkové hrubé výrobě elektřiny v ČR ve výši minimálně 80% s cílovou strukturou výroby elektřiny v koridorech:
 - Jaderné palivo 46 - 58 %
 - Obnovitelné a druhotné zdroje 18 - 25 %
 - Zemní plyn 5 – 15 %
 - Hnědé černé uhlí 11 – 21 %
- Konečné ceny (tržní plus regulovaná část) elektřiny srovnatelné s vývojem v sousedních zemích
- Klesající trend podílu výdajů na energie na celkových výdajích domácností s cílovou hodnotou pod 10 %

Dle optimalizovaného scénáře budou fosilní zdroje energie v konečné spotřebě částečně nahrazeny OZE, jejichž podíl se tak bude postupně zvyšovat až na hodnotu přesahující 21 % hrubé konečné spotřeby, jak je vidět v následujícím grafu.



Obrázek 11 Podíl OZE na hrubé konečné spotřebě

Zdroj: www.mpo.cz (28)

3.4.4 Struktura ceny elektřiny

Cena elektřiny zdánlivě s tématem nesouvisí. To však není pravda, neboť dosud byla řeč pouze o výrobě energie a je třeba hovořit i o dopravě energie do sítí. I tato vedení, měnírny a další objekty vyžadují nezbytné stavební práce.

Cena elektřiny je zákonem rozdělena na regulované platby za dopravu elektrickou sítí do domácnosti (tzn. za použití energetické sítě) a platby za vlastní odebranou elektřinu (tzv. silovou elektřinu). Výše regulovaných plateb je každý rok stanovena rozhodnutím Energetického regulačního úřadu a cena silové elektřiny se odvíjí od současné situace na trhu.

Platba za silovou elektřinu se skládá z pevné ceny za měsíc, která se liší podle využívané produktové řady, a ceny za odebranou megawatthodinu (MWh), kterou lze ještě dělit na cenu v nízkém (NT) a vysokém (VT) tarifu.

Dvoutarifové produkty jsou ekonomicky výhodné pro domácnosti, které využívají energeticky náročné spotřebiče, jako přímotopné nebo akumulární vytápění či ohřev vody. Nízký tarif je zvýhodněná cena platná pouze po určitou dobu dne.

Regulované platby za dopravu elektřiny jsou stanovovány Energetickým úřadem a obsahují tyto složky:

- Cenu za distribuci, ta zahrnuje měsíční poplatek za příkon, který se odvíjí od proudové hodnoty hlavního jističe, a pokrývá fixní náklady provozovatele energetické distribuční soustavy. Platí se ve stálé měsíční výši. Dále cena za distribuci obsahuje cenu za dopravenou MWh, ta se opět může dělit podle vysokého nebo nízkého tarifu.
- Cenu systémových služeb, pokrývá náklady provozovatele na nákup tzv. podpůrných služeb, tam můžeme zařadit např. záložní zdroje při náhlém výpadku nebo zvýšení spotřeby elektřiny.
- Cenu na podporu výkupu elektřiny z obnovitelných zdrojů. Česká republika se zavázala podporovat tento druh výroby s ohledem na jeho ekologický přínos se vstupem do Evropské unie.
- Cenu za činnost zúčtování operátora trhu s elektřinou, která pokrývá náklady společnosti zajišťující např. zpracování bilance nabídky a poptávky na trhu s elektřinou.

Daň z elektřiny je jedna z nově zavedených tzv. ekologických daní, která vyplývá ze závazků Evropské unie. Tato daň je odváděna dodavatelem Celní správě hromadně za všechny své zákazníky. Její sazba je stanovena pro všechny jednotně na 28,30 Kč/MWh. (29)

Každý investor tedy musí ve své studii proveditelnosti počítat s náklady na vybudování zdroje (pořizovací náklady sestávající se např. ze strojních zařízení a stavebních prací), s náklady na přenos energie, dále musí zahrnovat obnovu a údržbu a v neposlední řadě i likvidaci. Tyto náklady se musí zákonitě promítnout do ceny elektrické energie.

Uvedená kapitola je podkladem pro praktickou aplikaci při výpočtu ceny elektrické energie.

4 Podpora obnovitelných zdrojů v České republice

Cena elektrické energie není ovšem vždy stanovena jen výše uvedenými náklady. Bývá ovlivněna například dotačními tituly, granty atd.

V minulosti bylo realizováno velké množství dotačních programů na čerpání obnovitelných zdrojů energie. V současné chvíli je řada z nich již ukončena a některé z nich pouze dobíhají své „podpurné období“ přestože celková dotace již byla vyčerpána. U těchto programů totiž platí jako limit buď termín ukončení, nebo vyčerpání veškerých dotací. Jako jeden z největších programů OZE je považován Operační program Životní prostředí (dále jen OPŽP).

4.1 Operační program Životní prostředí 2014-2020

Tento program navázal na dvě předchozí programové období 2004 – 2006 a 2007 – 2013.

„Hlavním cílem Operačního programu Životní prostředí 2014-2020 je ochrana a zajištění kvalitního prostředí pro život obyvatel České republiky, podpora efektivního využívání zdrojů, eliminace negativních dopadů lidské činnosti na životní prostředí a zmírňování dopadů na změny klimatu.“ (30)

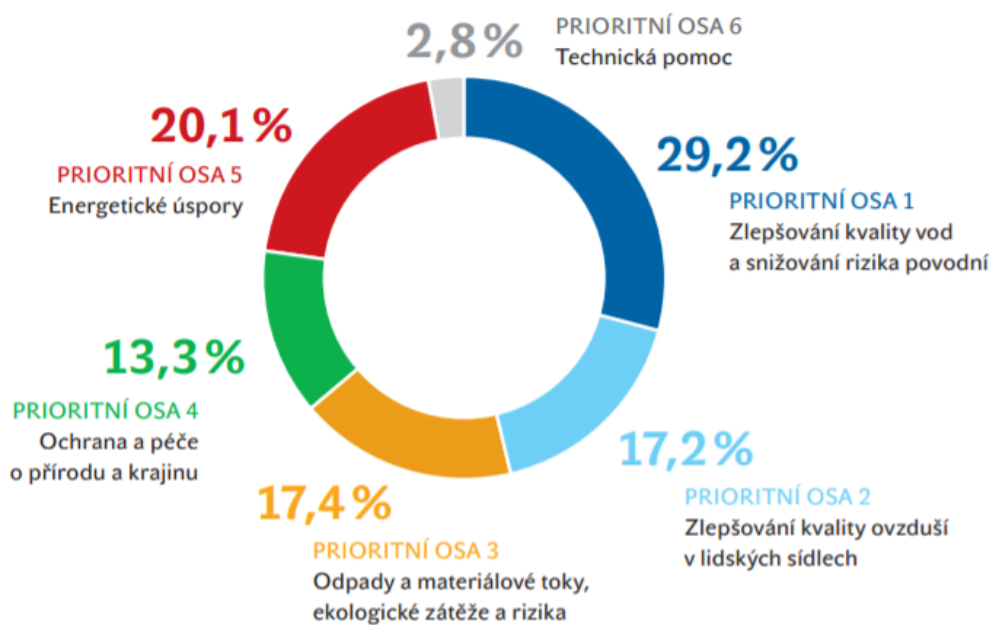
Na základě analýz dosavadních trendů a vývoje byly stanoveny tyto priority:

- P1: Zlepšování kvality vod a snižování rizika povodní,
- P2: Zlepšování kvality ovzduší v lidských sídlech,
- P3: Odpady a materiálové toky, ekologické zátěže a rizika,
- P4: Ochrana a péče o přírodu a krajinu,
- **P5: Energetické úspory.**

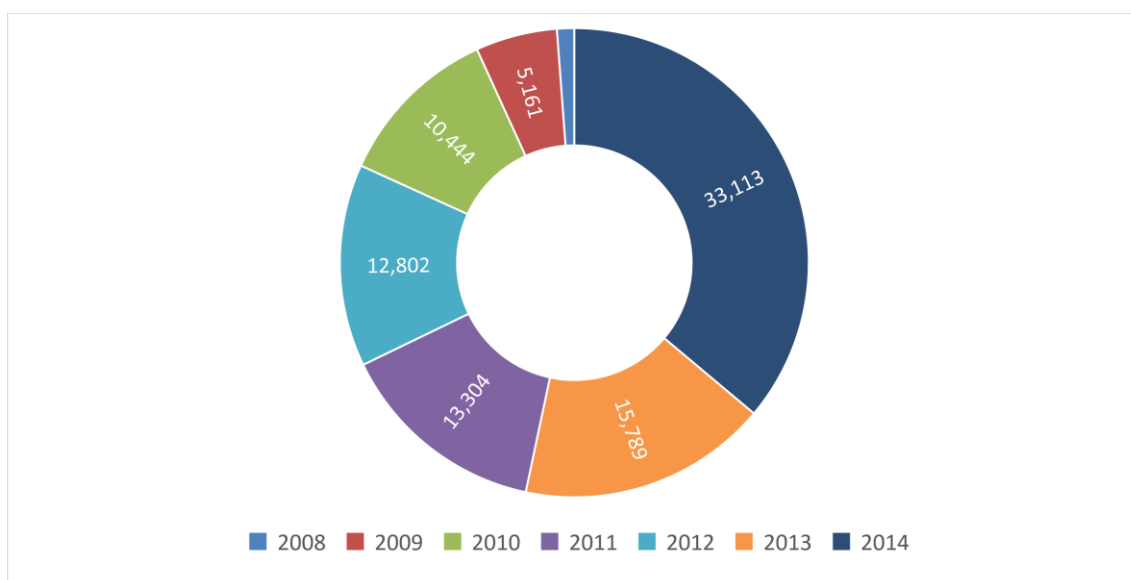
Realizace podpořených projektů by měla přinést snížení emisí CO₂ ve výši 265 224 t ročně, navýšení roční výroby tepla z OZE o cca 325 777 GJ a navýšení roční výroby elektřiny z OZE o cca 64 048 GJ. V rámci OPŽP 2007-2013 převažovaly zdroje na biomasu, fotovoltaické instalace a solární tepelné kolektory. Největší část dotací však směřovala na projekty zateplování veřejných budov, kde počet žadatelů výrazně překročil možnosti. Proto se na základě těchto zkušeností OPŽP 2014-2020 zaměřuje právě na tuto oblast a byly navrženy následující specifické cíle (SC):

- SC 5.1: Snížit energetickou náročnost veřejných budov a zvýšit využití obnovitelných zdrojů energie
- SC 5.2: Dosáhnout vysokého energetického standardu nových veřejných budov (30)

Na následujícím obrázku je zřejmý procentuální podíl alokace OPŽP 2014-2020.



Obrázek 12 Podíl prioritních os pro OPŽP 2014-2020
Zdroj: www.opzp.cz (31)



Obrázek 13 Přehled čerpání financí z OPŽP v mld Kč
Zdroj: www.opzp.cz (31)

4.2 Operační program Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost 2014-2020

Pro období let 2014-2020 vypracovalo ministerstvo průmyslu a obchodu ČR Operační program Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost, který navazuje na předchozí program let 2007-2013. Cílem tohoto programu je dosažení konkurenceschopné a udržitelné ekonomiky založené na znalostech a inovacích. Pojem konkurenceschopný zahrnuje schopnost místních podniků prosazovat se na světových trzích a vytvářet dostatek pracovních míst. Pojem udržitelný zdůrazňuje dlouhodobý horizont konkurenční schopnosti. Operační program je primárně zaměřen na podporu malých a středních podniků, nicméně z hlediska charakteru některých podporovaných aktivit programu jsou mezi příjemce podpory v relevantních cílech a v souladu s evropskou legislativou zařazeny taky velké podniky, pro které je vyčleněno maximálně 25% celkové finanční alokace programu.

V návaznosti na Dohodu o partnerství jsou v rámci operačního programu podporovány intervence z těchto prioritních os:

- PO 1: Rozvoj výzkumu a vývoje pro inovace
- PO 2: Rozvoj podnikání a konkurenceschopnosti malých a středních podniků
- **PO 3: Účinné nakládání energií, rozvoj energetické infrastruktury a obnovitelných zdrojů energie, podpora zaváděných technologií v oblasti nakládání energií a druhotných surovin**
- PO 4: Rozvoj vysokorychlostních přístupových sítí k internetu a informačních technologií a komunikačních technologií
- PO 5: Technická pomoc

Pro PO 3 je stanovena alokace ve výši zhruba 28,2% celkové alokace programu. Dokument identifikuje potřeby spočívající v modernizaci zařízení na výrobu elektrické energie, distribuce a transformace za účelem zvýšení energetické účinnosti průmyslu a zvýšení účinnosti distribučních tepelných sítí. Je zde také zdůrazněna potřeba využívání OZE ve výrobě elektrické energie, včetně příslušných investic do energetické infrastruktury a technologií. (32)

4.3 Nová zelená úsporám

Prvotní program Zelená úsporám byl realizován v roce 2009. Jedná se o program pod záštitou Ministerstva životního prostředí, nicméně administrativní záležitosti vyřizuje Státní fond životního prostředí ČR. Program podporuje energeticky úsporné rekonstrukce rodinných a bytových domů, výměnu nevyhovujících zdrojů na vytápění a využívání OZE. Primárně se program člení na:

- Podprogram Nová zelená úsporám – rodinné domy
- Podprogram Nová zelená úsporám – bytové domy

Obě varianty se dále dělí do následujících typů podpor:

- A. Snižování energetické náročnosti stávajících rodinných domů
- B. Výstavba rodinných domů s velmi nízkou energetickou náročností
- C. Efektivní využití zdrojů energie (33)**

Dotační tituly částečně zkreslují objektivnost výhodnosti získávání energie z jednotlivých zdrojů. Investoři však tuto politiku vítají a často mají na tomto principu založený svůj byznys. To se to týká zejména solárních systémů.

Řada malých investorů, vlastníků rodinných domů, se však v tomto systému také dobře zorientovala a nejméně jeden vlastník domku využil dotační politiku i možnost prodeje nespotřebované energie do systému.

Aby zdroje energie nebyly popsány pouze v dosud uvedené rovině – je dále uveden konkrétní praktický příklad drobného investora/stavebníka.

5 Cíl a metodika

Cílem mé bakalářské práce je analyzovat jednotlivé druhy obnovitelných zdrojů energie a jejich uplatnění v rámci České republiky v kontextu podílu stavebních prací na vybudování jednotlivých zdrojů, neboť pokles výkonů stavebnictví může být určitým procentem eliminován i výstavbou energetických zdrojů. V současné době činí objem výstavby staveb pro energetiku 1,1 % z celkových výkonů ve stavebnictví. Je samozřejmé, že pokles výkonů stavebnictví je možno řešit i jinými cestami – jako např. vývozem kapacit. V neposlední řadě je cílem i otázka likvidace energetických zdrojů po skončení jejich životnosti – jako např. u větrných elektráren železobetonové bloky v zemi aj.

K vypracování teoretické části bylo třeba získat důležité informace o problematice obnovitelných zdrojů energie a nastudovat odbornou literaturu, která s daným tématem souvisí. V této části bylo zvlášť nutné pracovat s aktuální legislativou České republiky, která souvisí nejen s ochranou životního prostředí, ale také s platnou legislativou zaměřenou na podporu obnovitelných zdrojů energie.

6 Praktická část – porovnání nákladů na pořízení fotovoltaické elektrárny

Z pohledu stavebnictví jako odvětví je na úrovni bakalářské práce složité posouzení studie proveditelnosti a následné posouzení v životním cyklu a proto je pro praktickou část zvoleno posouzení na příkladu fotovoltaické elektrárny na střeše rodinného domu.

Jedná se víceméně o zpětné vyhodnocení, nicméně ukazuje možný postup pro řešení v každém individuálním případě.

6.1 Koncept fotovoltaické elektrárny pro rodinný dům

Analýza fotovoltaické elektrárny bude uvažovat střešní instalaci fotovoltaických panelů a ostatních souvisejících elektrických zařízení, jako kompletního systému, určeného pro zásobování konkrétního rodinného domu jím vyrobenou energií určenou k vlastní spotřebě a prodejem přebytků vyrobené energie do distribuční sítě.

6.1.1 Popis řešeného objektu

Zvoleným objektem je rodinný dům, nacházející se v Českých Budějovicích. Jedná se o samostatně stojící dům, ve kterém žijí 4 osoby. Dům má jedno podlaží a obytné podkroví. Na sedlové taškové střeše se sklonem 35° orientované na jih je k dispozici 20 m² pro instalaci elektrárny. Plocha pro instalaci je omezena již instalovanými solárními panely, které v objektu slouží k ohřevu vody.

Nejdůležitějším klimatickým parametrem pro realizaci fotovoltaického systému je množství dostupného slunečního záření dopadajícího v dané lokalitě. Základní solární potenciál lokality je vyjádřen množstvím energie slunečního záření dopadajícího na horizontální rovinu.

Pro energetickou produkci fotovoltaického systému je podstatné množství dopadajícího slunečního záření na rovinu fotovoltaických panelů, která je dána sklonem a orientací ke světovým stranám. Je uvažováno připojení do el. instalace v objektu rodinného domu do stávajícího rozvaděče. V bezprostřední blízkosti se nenacházejí zdroje stínění, které by ovlivnily výkonnost elektrárny.

7 Ekonomické zhodnocení návrhu

Ekonomické zhodnocení realizace a provozu fotovoltaické elektrárny je důležitým ukazatelem pro investora, kterého zajímá návratnost a celková doba jejího dosažení.

Návratnost investice nejvíce ovlivňují tyto faktory:

- Jednorázové a stálé náklady
- Efektivní využití vyprodukované energie
- Výše a stabilita ceny elektrické energie
- Životnost jednotlivých prvků

7.1 Jednorázové a stálé náklady

Pořizovací náklady se odvíjí od pořizovacích nákladů všech komponent tvořících celý systém. Ty závisí na jejich výrobních nákladech a na maržích obchodníků, které v posledních letech výrazně klesají. Jednorázové náklady na pořízení fotovoltaické elektrárny se tedy výrazně snižují. Proti tomu ERÚ, který stanovuje výši zeleného bonusu a výkupní ceny, od roku 2013 nepodporuje nově vznikající elektrárny, jak je vidět na následujícím obrázku.

Tabulka 1 Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu

	Podporovaný druh energie	Datum uvedení výroby do provozu		Instalovaný výkon výroby [kW]		Jednotarifní pásmo provozování	
		od (včetně)	do (včetně)	od	do (včetně)	Výkupní ceny [Kč/MWh]	Zelené bonusy [Kč/MWh]
ř./sl.	a	b	c	d	e	l	m
501	Výroba elektřiny využitím slunečního záření	1.1.2006	31.12.2007	-	-	16 518	15 918
502		1.1.2008	31.12.2008	-	-	16 110	15 510
503		1.1.2009	31.12.2009	0	30	15 115	14 415
504		1.1.2009	31.12.2009	30	-	15 004	14 404
505		1.1.2010	31.12.2010	0	30	14 077	13 377
506		1.1.2010	31.12.2010	30	-	13 966	13 366
507		1.1.2011	31.12.2011	0	30	8 446	7 746
508		1.1.2011	31.12.2011	30	100	6 647	6 047
509		1.1.2011	31.12.2011	100	-	6 194	5 594
510		1.1.2012	31.12.2012	0	30	6 802	6 102
511		1.1.2013	30.6.2013	0	5	3 691	2 991
512		1.1.2013	30.6.2013	5	30	3 064	2 364
513		1.7.2013	31.12.2013	0	5	3 236	2 536
514		1.7.2013	31.12.2013	5	30	2 632	1 932

Zdroj: www.eru.cz (34)

Mezi běžné pořizovací náklady patří:

- Fotovoltaické moduly
- Střídače
- Kabeláž
- Rozvaděč
- Nosná konstrukce

Dále do pořizovacích nákladů řadíme:

- Poplatek za žádost o licenci (při připojení k síti)
- Elektrovizitu systému
- Cenu za instalaci systému
- Dopravu zakoupených komponent

Nejnákladnějším prvkem systému jsou moduly. Přesto jejich cena klesá s tím, jak klesají jejich výrobní náklady a podle toho, jak se pohybují ceny křemíku a dalších materiálů. Díky vytvoření konkurenčního prostředí v minulosti klesala i cena za montáž. Naopak složka nákladů na střídače zůstává stejná.

Velká většina dodavatelských firem zajišťuje investorovi komplexní služby zahrnující prodej všech komponent, dopravu, instalaci i revizi. Výsledná cena se pak vztahuje ke špičkovému instalovanému výkonu systému. Pro investora to představuje snadnou orientaci ve výhodnosti cenových nabídek.

Na trhu je možné se setkat i se společnostmi zajišťujícími ekologickou likvidaci celé elektrárny po skončení jejího životního cyklu. Většinou se jedná o službu předplacenou do budoucna. Je ovšem nutné zvážit pořízení této služby a to ze dvou důvodů. Prvním z nich je, že v tuto chvíli nevíme, jaká bude případná legislativa týkající se ekologické likvidace a druhým důvodem je, že žádná firma se nemůže zaručit, že bude fungovat i za 10 let.

7.2 Predikce výše vyrobené energie

Tabulka 2 Hodnoty získané z geografického informačního systému PVGIS

Měsíc	E_d [kWh]	E_m [kWh]	H_d [kWh / m ²]	H_m [kWh / m ²]
Leden	3,56	110	1,31	40,6
Únor	5,83	163	2,15	60,1
Březen	8,59	266	3,17	98,2
Duben	11,2	335	4,12	124
Květen	13,3	411	4,9	152
Červen	12,9	387	4,78	143
Červenec	14,1	437	5,22	162
Srpen	12,8	396	4,72	146
Září	9,71	291	3,58	107
Říjen	7,66	237	2,82	87,3
Listopad	3,53	106	1,3	39,1
Prosinec	2,65	82,3	0,98	30,3
Průměr	8,82	268,44	3,25	99,13
Celkem		3221,3		1189,6

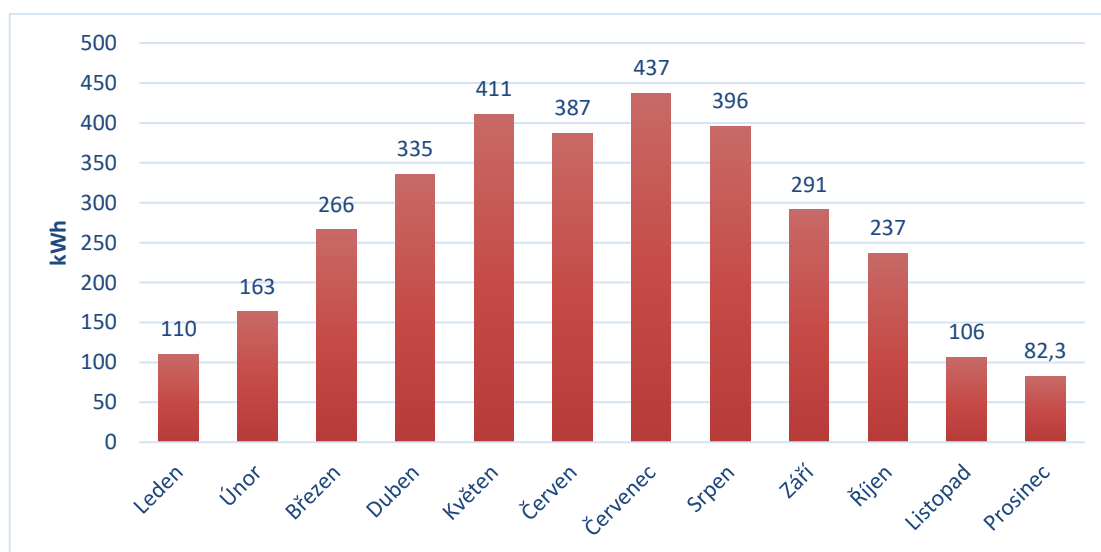
Zdroj: PVGIS (35)

E_d : Průměrná denní produkce elektřiny systému

E_m : Průměrná měsíční výroba elektřiny systému

H_d : Průměrná denní suma globálního záření na čtvereční metr

H_m : Průměrný součet globálního záření na čtvereční metr za měsíc

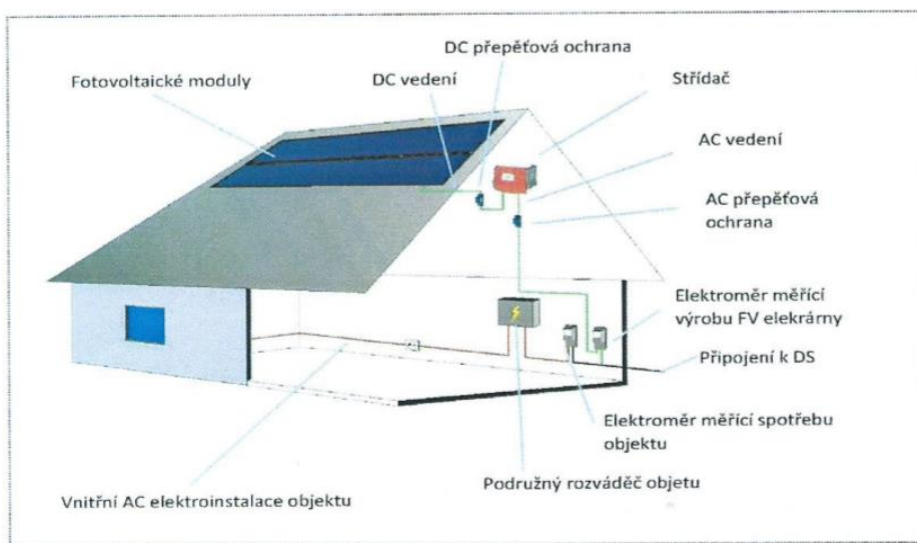


Obrázek 14 Graf roční výroby elektrické energie dle dat získaných z PVGIS

Zdroj: PVGIS (35)

7.3 Realizovaná fotovoltaická elektrárna

Stávající fotovoltaická elektrárna o celkovém jmenovitém instalovaném výkonu 3,15 kWp se skládá z panelů Sany HIP-225-HDE-I umístěných na střeše 35° s orientací na jih. Panely jsou kotveny na střeše pomocí nosné konstrukce z duralu a zinkového železa. Případné přebytky energie jsou produkovány do distribuční soustavy.



Obrázek 15 Schéma zapojení elektrárny v RD

7.3.1 Vstupní náklady

Tabulka 3 Pořizovací náklady fotovoltaické elektrárny RD z roku 2009

Použité komponenty a služby	Jedn. cena	Počet	Celkem
Fotovoltaický článek SANYO HIP-225-HDE-I	21 920 Kč	14	306 880 Kč
Připojovací vedení stejnosměrné 4 mm	40 Kč	50	2 000 Kč
Jistící a ochranné prvky	10 500 Kč	1	10 500 Kč
Měnič SB 3300TL HC	48 980 Kč	1	48 980 Kč
Kabel CYKY 3Cx4	40 Kč	20	800 Kč
Konstrukce pro uložení článků na střechu	2 200 Kč	14	30 800 Kč
Montáž konstrukce	1 000 Kč	14	14 000 Kč
Montáž článků	400 Kč	14	5 600 Kč
Parametrizace systému a autorizované zprovoznění	5 000 Kč	1	5 000 Kč
Revizní zpráva a legislativní a dokladová část	8 000 Kč	1	8 000 Kč
Přeprava osob a materiálu	2 000 Kč	1	2 000 Kč
CELKEM bez DPH			434 560 Kč

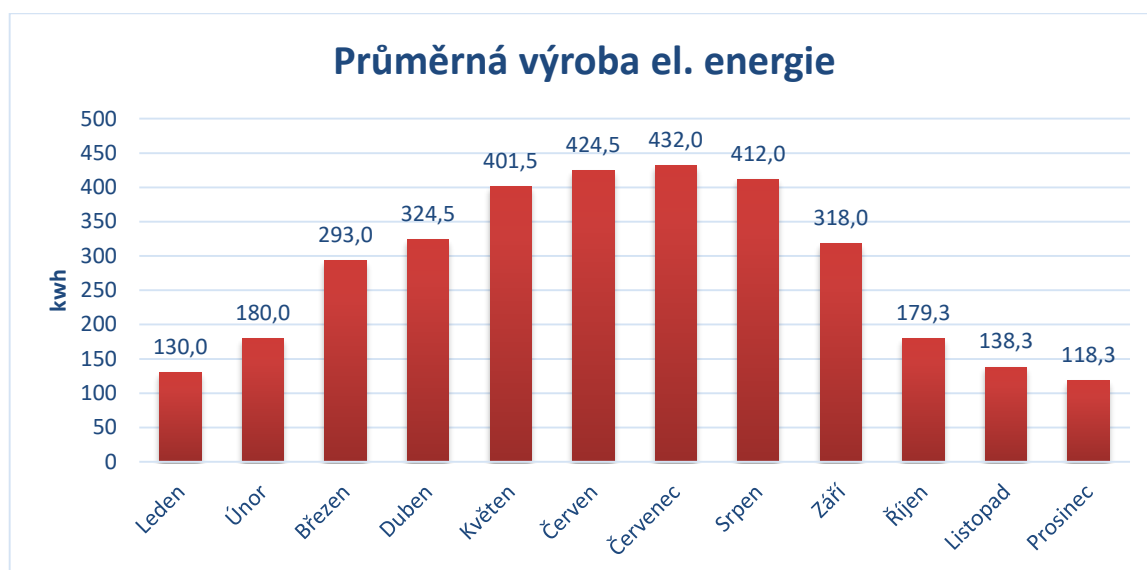
Zdroj: vlastní

Uvedená tabulka zahrnuje celkové náklady na kompletní vybavení fotovoltaického systému, včetně elektroinstalačních a elektromontážních materiálů a nákladů spojenou s montáží a seřazením elektrárny. Všechny komponenty jsou dostupné na českém trhu a ceny odpovídají skutečné nabídce, která byla následně realizována.

Výrobce garantuje 10 let 90% a 25 let 80% výkonu při kalkulaci výnosnosti je tedy dobré uvažovat alespoň 0,6% snížení odhadované produkce.

Životnost elektrárny je uvažována na 25 let, ale podle dlouhodobých výzkumů krystalických křemíkových článků se doba životnosti systému může pohybovat kolem 30 let.

Obrázek 16 Graf průměrných naměřených hodnot výroby el. energie



Zdroj: vlastní

Data, získaná z výkazů o výrobě elektrické energie již instalované fotovoltaické elektrárny ukazují, že se od dat predikovaných geografickým systémem téměř neliší. Menší odchylky můžeme pozorovat v zimních měsících, což lze ale přičíst i případnému zastínění sněhem.

7.3.2 Roční příjmy

Dle zákona č. 165/2012 Sb., O podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů je garantována podpora elektřiny vyrobené využitím slunečního záření pouze z výrobní elektřiny s instalovaným výkonem do 30 kWp, která je umístěna na střešní konstrukci nebo na obvodové zdi jedné budovy spojené se zemí pevným základem evidované v katastru nemovitostí. (9)

Touto úpravou jsou kryti malí výrobci elektrické energie, jako jsou právě domácí elektrárny u RD nebo menší podnikatelé. Je tím zabráněno dalším výstavbám rozsáhlých ploch fotovoltaických elektráren na případných zemědělských půdách.

V následující tabulce je zpracován přehled finančních toků. Výše výnosů se skládá z celkové výroby elektrické energie vynásobené aktuální výší zeleného bonusu, stanovené ERÚ pro daný kalendářní rok.

Tabulka 4 Výpočet doby finanční návratnosti investice

Rok	Výnosy	Rozdíl investice - úspora	Počet let
2009	24 087,98	-434 560 Kč	1. rok
2010	40 821,27	-393 739 Kč	2. rok
2011	41 625,63	-352 113 Kč	3. rok
2012	42 262,42	-309 851 Kč	4. rok
2013	43 404,37	-266 446 Kč	5. rok
2014	45 309,62	-221 137 Kč	6. rok
2015	48 752,23	-172 384 Kč	7. rok
2016	48 032,85	-124 352 Kč	8. rok
2017	48 429,18	-75 922 Kč	9. rok
2018	49 434,63	-26 488 Kč	10. rok
2019	50 440,08	23 952 Kč	11. rok
2020	52 450,98	76 403 Kč	12. rok

Zdroj: vlastní

Z tabulky je vidět, že ke zhodnocení investice dochází v 11. roce fungování elektrárny a vzhledem ke garantované státní podpoře na 20 let se investice do budoucna jeví jako výhodná.

7.4 Realizace elektrárny v nynějších podmínkách

Mezi lety 2008 a 2010 došlo k takzvanému solárnímu boomu, který způsobil razantní pokles ceny fotovoltaických technologií a opožděná reakce státu, který včas nesnížil výši podpory. Toho využilo velké množství subjektů a růst instalovaného výkonu fotovoltaických elektráren můžeme vidět v následující tabulce:

Tabulka 5 Vývoj instalovaného výkonu FVE od roku 2006

Rok	Instalovaný výkon (MW)
2006	0,2
2007	3,4
2008	39,5
2009	464,6
2010	1959,1
2011	1971
2012	2086

Zdroj: www.oenergetice.cz (36)

Rostoucí náklady na podporu obnovitelných zdrojů energie se promítly jak do státního rozpočtu, tak i do cen elektřiny pro běžné uživatele. Na kritickou situaci zareagovala vláda až koncem roku 2010, kdy nechala schválit novelu zákona, který značně omezil podporu pro další nově postavené solární elektrárny, zejména ty velkoplošné.

V posledních letech tedy dochází k instalacím střešních systémů s menším výkonem. Nicméně fotovoltaické systémy vystavěné do konce roku 2010 mají výkupní ceny i nadále zaručeny, a to na dobu 20 let.

Od roku 2014 zůstala podpora pouze větrným a vodním elektrárnám a státní příspěvky dostávají také spalovny komunálního odpadu. Proto při realizaci fotovoltaické elektrárny můžeme uvažovat pouze snížení vlastních nákladů na elektřinu a dosáhnout částečné nezávislosti na energetických společnostech.

8 Závěr

Vybudování zdrojů energie souvisí s předinvestiční, investiční a provozní fází jejich přípravy, neboť realizaci každého ze zdrojů doprovází nezbytné stavební práce. Touto otázkou se bakalářská práce zabývá, respektive komparací podílu stavebních prací, jakožto zakázek pro stavební firmy, ve vztahu k jednotlivým zdrojům získávání energie.

Práce nemá za cíl rozhodovat o vhodnosti či nevhodnosti, o výhodách či nevýhodách jednotlivých zdrojů energií, to je u každého případného projektu třeba posoudit subjektivně, ale o výši přínosu ve formě zakázek pro stavebnictví.

Vždyť větrná elektrárna se musí v zemi zakotvit – jedná se tedy o stavební práce. Po skončení životnosti se musí odstranit (doba technické životnosti se v současné době stanovuje v závislosti na platnosti stavebního povolení na 20-25 let). Ze strany EU je při udělení stavebního povolení vyžadována určitá částka jako alokace pro likvidaci. Má tak být zajištěno, že žádné náklady nespadnou na daňového poplatníka.

S hnědouhelnými nebo jadernými elektrárnami souvisí stavby hal, administrativních objektů nebo skladů paliva. Všechny tyto činnosti souvisí se stavebnictvím a lze je tedy vnímat jako jeden segment stavebních zakázek.

Pro zhodnocení možností výstavby energetických zdrojů jako zásobárny práce pro stavební firmy bylo nezbytné vypracování rešerše obnovitelných zdrojů v ČR a dále prezentování platné legislativy v daném období včetně aktuální podpory ze strany dotačních programů na jednoduchém příkladu fotovoltaické elektrárny na střeše rodinného domu.

Rešerše se v kapitolách 3.1 až 3.3 zabývá jednotlivými způsoby výroby elektrické energie jak v ČR, tak i ve světě. Kapitola 3.3 se věnuje obnovitelným zdrojům energie dostupných právě v našich podmínkách ČR. Ve zmíněné praktické části je zpracován model již fungující FVE realizované v dubnu 2009 včetně jeho finančního zhodnocení. Byla provedena kalkulace vstupních nákladů, jejichž výše byla stanovena na 434 650 Kč. Plánovaná produkce energie, stanovená pomocí webové služby fotovoltaického geografického informačního systému PVGIS, byla porovnána se skutečnou produkcí, realizovanou mezi lety 2009-2016. Doba návratnosti téměř půlmilionové investice byla stanovena na cca 10 let. Následně byl vypracován náhled na problematiku dotačních programů spojených s FVE po roce 2010 a s tím spojené omezení výstavby těchto elektráren.

Každý investor tedy musí ve své studii proveditelnosti počítat s náklady na vybudování zdroje (pořizovací náklady sestávající např. ze strojních zařízení a stavebních prací) a s náklady na přenos energie. Dále musí investor v rozvaze a v rozhodovacím procesu zahrnout náklady na obnovu a údržbu a v neposlední řadě na likvidaci. Tyto náklady se musí zákonitě promítnout do ceny elektrické energie, která ale bývá často ovlivněna i dotačními tituly nebo granty.

9 Seznam obrázků a tabulek

Obrázek 1 Graf brutto výroby el. energie v ČR - jaderné elektrárny	4
Obrázek 2 Graf brutto výroby el. Energie v ČR – větrné elektrárny.....	5
Obrázek 3 Větrná mapa průměrných rychlostí větru v m/s ve výšce 100 m	6
Obrázek 4 Popis větrné elektrárny.....	8
Obrázek 5 Rozdělení solárních systémů dle způsobu využití sluneční energie.....	9
Obrázek 6 Graf brutto výroby el. energie v ČR - fotovoltaické elektrárny	10
Obrázek 7 Graf brutto výroby el. energie v ČR – biomasa.....	12
Obrázek 8 Aktuální přehled vodních elektráren ČR	15
Obrázek 9 Graf brutto výroby el. energie v ČR - vodní elektrárny	16
Obrázek 10 Potenciál konečné spotřeby OZE	19
Obrázek 11 Podíl OZE na hrubé konečné spotřebě	20
Obrázek 12 Podíl prioritních os pro OPŽP 2014-2020	24
Obrázek 13 Přehled čerpání financí z OPŽP v mld Kč.....	24
Obrázek 14 Graf roční výroby elektrické energie dle dat získaných z PVGIS	31
Obrázek 15 Schéma zapojení elektrárny v RD	32
Obrázek 16 Graf průměrných naměřených hodnot výroby el. energie	34
Tabulka 1 Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu.....	29
Tabulka 2 Hodnoty získané z geografického informačního systému PVGIS	31
Tabulka 3 Pořizovací náklady fotovoltaické elektrárny RD z roku 2009	33
Tabulka 4 Výpočet doby finanční návratnosti investice.....	35
Tabulka 5 Vývoj instalovaného výkonu FVE od roku 2006	36

10 Seznam nejčastěji používaných zkratk

EU – Evropská unie

ČR – Česká republika

OPŽP – Operační program Životní prostředí

OZE – obnovitelné zdroje energie

VtE – větrné elektrárny

FVE – fotovoltaické elektrárny

ERÚ – energetický regulační úřad

11 Bibliografie

1. Mastný, Petr. *Obnovitelné zdroje elektrické energie*. Praha : České vysoké učení technické v Praze, 2011. ISBN 978-80-01-04937-2.
2. Matějů, Ing. Dalibor. Energetika - vybrané pojmy. *tzbinfo*. [Online] 18. březen 2013. [Citace: 10. březen 2017.] <http://energetika.tzb-info.cz/9668-energetika-vybrane-pojmy-i>.
3. Zákon č. 17/1992 Sb. ze dne 5. prosince 1991 o životním prostředí. 1991.
4. Fosilní paliva. *nazeleno.cz*. [Online] 2015. [Citace: 5. březen 2017.] <http://www.nazeleno.cz/fosilni-paliva.dic>. ISSN 1803-4160.
5. Jak uhlí vzniklo. *OKD*. [Online] 2012. [Citace: 12. březen 2017.] <http://www.okd.cz/cs/tezime-uhli/jak-uhli-vzniklo>.
6. Těžba ropy. *ropa.cz*. [Online] 2016. [Citace: 11. březen 2017.] <http://www.ropa.cz/tezba-ropy/>.
7. Použité jaderné palivo. *Svět energie*. [Online] 2016. [Citace: 8. březen 2017.] <http://www.svetenergie.cz/cz/elektrarny/jaderne-elektrarny/pouzite-jaderne-palivo>.
8. Roční zpráva o provozu ES ČR pro rok 2016. *Energetický regulační úřad*. [Online] 2016. [Citace: 7. duben 2017.] <https://www.eru.cz/cs/elektrina/statistika-a-sledovani-kvality/rocní-zpravy-o-provozu>.
9. Zákon č. 165/2012 Sb. ze dne 31. ledna 2012 o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů. 2012.
10. Vznik a rychlost větru. *MG PLAST wind energy technology*. [Online] prosinec 2002. [Citace: 25. duben 2017.] http://home.tiscali.cz/cz438514/vznik_vetru.htm.
11. Vobořil, David. Větrné elektrárny – princip, rozdělení, elektrárny v ČR. *oenergetice.cz*. [Online] 28. únor 2015. [Citace: 5. duben 2017.] <http://oenergetice.cz/typy-elektraren/vetrne-elektrarny-princip-cinnosti-zakladni-rozdeleni/>.
12. Škorpík, Jiří. Využití energie větru. *Transformační technologie*. [Online] říjen 2006. [Citace: 8. duben 2017.] <http://www.transformacni-technologie.cz/04.html#menu>. ISSN 1804-8293.
13. Větrná mapa. *Česká společnost pro větrnou energetiku*. [Online] 2013. [Citace: 8. duben 2017.] <http://www.csve.cz/cz/clanky/vetrna-mapa/35>.

14. Likvidace dosloužilých větrných elektráren. *Česká společnost pro větrnou energetiku*. [Online] 2013. [Citace: 8. duben 2017.] <http://www.csve.cz/clanky/likvidace-doslouzilych-vetrnych-elektraren/492>.
15. Větrná energie v kostce. *Česká společnost pro větrnou energetiku*. [Online] 20. květen 2016. [Citace: 9. duben 2017.] <http://www.csve.cz/cz/clanky/brozura-vetrna-energie-v-kostce-/562>.
16. Betonový základ. *Česká společnost pro větrnou energetiku*. [Online] 2013. [Citace: 8. duben 2017.] <http://www.csve.cz/clanky/Betonovy-zaklad/305>.
17. Využití sluneční energie. *ČEZ, a. s.* [Online] 2017. [Citace: 2. květen 2017.] <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/slunce/informace-o-slunecni-energetice.html>.
18. Fungování slunečních elektráren. *ČEZ, a. s.* [Online] 2017. [Citace: 2. květen 2017.] <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/slunce/flash-model-jak-funguje-slunecni-elektrarna.html>.
19. Daňkovský, Vladimír. Úspory energie v životním cyklu staveb. *FA ČVUT*. [Online] 2012. [Citace: 10. květen 2017.] http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:20gixmd7gFMJ:15123.fa.cvut.cz/%3Fdownload%3D_/predmet.ps6/uspory-energie-pred-2.pdf+%&cd=9&hl=cs&ct=clnk&gl=cz.
20. Quaschnig, Volker. *Obnovitelné zdroje energií*. Praha : autor neznámý, 2010. ISBN 978-80-247-3250-3.
21. Tábořský, Jan. Kněžice: komplexní energetické řešení. *Stavebnictví*. [Online] červenec 2009. [Citace: 10. duben 2017.] http://www.casopisstavebnictvi.cz/knezice-komplexni-energeticke-reseni_N2412.
22. Co je geotermální energie. *Entergeo*. [Online] [Citace: 10. duben 2017.] <http://www.entergeo.com/co-je-geotermalni-energie.html>.
23. Dřímál, Petr. Tepelná čerpadla, geotermální energie. [Online] 2016. [Citace: 15. květen 2017.] <https://publi.cz/books/93/Impresum.html>. 978-80-88058-05-2.
24. Vobořil, David. Vodní elektrárny – princip, rozdělení, elektrárny v ČR. *oenergetice.cz*. [Online] 24. listopad 2016. [Citace: 8. květen 2017.] <http://oenergetice.cz/technologie/obnovitelne-zdroje-energie/vodni-elektrarny-princip-a-rozdeleni/>.

25. Plavební stupeň Děčín. *Ředitelství vodních cest České republiky*. [Online] [Citace: 25. květen 2017.] <http://www.rvccr.cz/strategicke-zamery-a-stavby/zlepseni-splavnosti-dolni-labe/plavebni-stupen-decin>.
26. KJÓTSKÝ PROTOKOL K RÁMCOVÉ ÚMLUVĚ ORGANIZACE SPOJENÝCH NÁRODŮ O ZMĚNĚ KLIMATU. *Ministerstvo životního prostředí*. [Online] 2015. [Citace: 20. březen 2017.] http://www.mzp.cz/cz/kjotsky_protokol.
27. Zákon č. 458/2000 Sb. ze dne 28. listopadu 2000 o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů. *energetický zákon*. 2000.
28. Aktualizace státní energetické koncepce České republiky. *Ministerstvo průmyslu a obchodu*. [Online] prosinec 2014. [Citace: 20. květen 2017.] <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/52041/59168/618616/priloha001.pdf>.
29. Skladba ceny elektřiny. *ČEZ, a. s.* [Online] [Citace: 10. duben 2017.] <https://www.cez.cz/cs/podpora/ceny/elektrina/3.html#X-201207031147560>.
30. Programový dokument OPŽP 2014-2020. *Operační program Životní prostředí*. [Online] 5. leden 2017. [Citace: 12. květen 2017.] <http://www.opzp.cz/obecne-pokyny/dokumenty>.
31. Průvodce dotacemi v OP Životní prostředí 2014-2020. *Operační program Životní prostředí 2014-2020*. [Online] 18. červen 2015. [Citace: 12. květen 2017.] <http://www.opzp.cz/o-programu/dokumenty>.
32. Úspory energie. *Operační program Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost*. [Online] [Citace: 10. květen 2017.] <http://www.opik.cz/dotacni-programy/uspory-energie>.
33. Žadatelé o dotaci. *Nová zelená úsporám*. [Online] [Citace: 15. květen 2017.] <http://www.novazelenausporam.cz/zadatele-o-dotaci/rodinne-domy/3-vyzva-rodinne-domy/o-programu-3-vyzva/>.
34. Platná cenová rozhodnutí. *Energetický regulační úřad*. [Online] 14. prosinec 2016. [Citace: 20. květen 2017.] <https://www.eru.cz/cs/-/cenove-rozhodnuti-c-10-2016>.
35. Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS). *Institute for Energy and Transport (IET)*. [Online] 10. únor 2012. [Citace: 10. květen 2017.] <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>.

36. Vobořil, David. Příčiny solárního boomu v České republice. *oenergetice.cz*. [Online] 22. březen 2015. [Citace: 10. květen 2017.] <http://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/priciny-solarniho-boomu/>.